Physics

ملزمة الفيزياء

2017 & 2016

الصف السادس العلمي

فرع العلوم التطبيقية

شرح مفصل – حلول اسئلة الفصول - تتضمن حلول للاسئلة الوزارية

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الاول

المتسعات

Capacitors

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الاول

المتسعة (Capacitor)

يتم خزن الشحنات الكهربائية بواسطة
- **الموصل الكروي المنفرد المعزول: يمكنه خزن كمية محددة من الشحنات**
- **المتسعة: يمكنها من أختزان كميات كبيرة من الشحنات**

س/ لا يستعمل الموصل الكروي المنفرد المعزول في تخزين الشحنات الكهربائية ؟

ج/ لأن الموصل الكروي المنفرد المعزول يخزن كمية محددة من الشحنات الكهربائية وأن الاستمرار في أضافة الشحنات لهذا الموصل ستؤدي الى زيادة الجهد الكهربائي للموصل وبالتالي يزداد فرق الجهد الكهربائي بينه وبين الهواء فيزداد المجال الكهربائي مما يؤدي الى حصول تفريغ كهربائي خلال الهواء المحيط به.

س/ هل يمكن الاستمرار في اضافة الشحنة على موصل كروي منفرد مشحون ومعزول؟ ولماذا؟

ج/ كلا لايمكن . لأن الاستمرار في أضافة الشحنات لهذا الموصل ستؤدي الى زيادة الجهد الكهربائي للموصل وبالتالي يزداد فرق الجهد الكهربائي فيزداد المجال الكهربائي مما يؤدي الى حصول تفريغ كهربائي خلال الهواء المحيط به.

ملاحظة

يعطى مقدار جهد الموصل الكروي المنفرد المعزول (V) لموصل كروي منفرد ومعزول الذي يمتلك شحنة مقدارها (Q) على بعد معين (r) عن مركز الشحنة بالعلاقة التالية :-

$$V = K\frac{Q}{r} \quad , \quad K = \frac{1}{4\pi\,\epsilon_0} = 9\times10^9\ N.m^2/c^2 \quad \& \quad \epsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\ c^2/N.m^2$$

$$V = \frac{1}{4\pi\,\epsilon_0}\times\frac{Q}{r}$$

حيث ان (K) هي مقدار ثابت التناسب في قانون كولوم و (ϵ_0) هي سماحية

س/ هل يمكن صنع جهاز يستعمل لخزن مقادير كبيرة من الشحنات الكهربائية وتختزن فيه الطاقة الكهربائية؟

ج/ نعم يمكن .. وذلك بأستعمال نظام يتألف من موصلين معزولين يفصل بينهما عازل (أما الفراغ او الهواء او مادة عازلة كهربائيا) ، فيكون بمقدوره اختزان شحنات موجبة على أحد الموصلين وشحنات سالبة على الموصل الآخر وهذا ما يسمى بالمتسعة.

س/ عرف المتسعة الكهربائية؟ وماهو رمزها؟ وما هي أنواعها؟

المتسعة: **هي عبارة عن جهاز يتألف من زوج من الصفائح الموصلة يفصل بينهما عازل تستعمل لتخزين الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية.**

يرمز للمتسعة الثابتة في الدوائر الكهربائية بالرمز ⊣⊢ أو ⊣(⊢

انواعها: **توجد المتسعات بأشكال هندسية مختلفة وفقا لحجمها وتطبيقها منها:**

1. **متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين.**
2. **متسعة ذات الاسطوانتين المتمركزتين.**
3. **متسعة ذات الكرتين المتمركزتين.**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

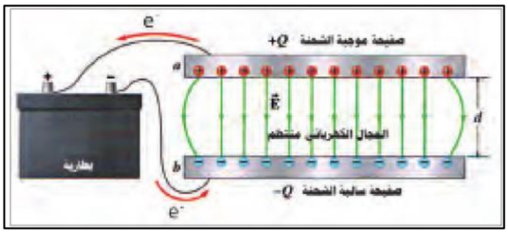
متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

س/ما المقصود بالمتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين؟

ج/ تتألف المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين من صفيحتين موصلتين مستويتين متماثلتين معزولتين عن بعضهما ومتوازيتين ومساحة كل منهما (A) وتبعدان عن بعضهما بالبعد (d) حيث تكون الصفيحتين في البداية غير مشحونتين وبعد شحن المتسعة تظهر على الصفيحتين شحنتين متساويتين مقدار ومختلفتين نوعا .

س/ كيف يتم شحن المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين؟ مع رسم الدائرة التي توضح ذلك؟

ج/ يتم شحن المتسعة بربط إحدى الصفيحتين المتوازيتين مع القطب الموجب للبطارية فتظهر عليها شحنة موجبة (+Q) والصفيحة الأخرى تربط مع القطب السالب للبطارية فتظهر عليها شحنة سالبة (-Q) مساوية لها بالمقدار وكلاهما تقعان على السطحين المتقابلين للصفيحتين بسبب قوى التجاذب بينهما وهذا يعني ان الصفيحتين تحملان شحنتين متساويتين مقدار ومختلفتين نوعاً لذلك يكون صافي الشحنة على الصفيحتين يساوي صفرا .



س/ لماذا يكون صافي الشحنة على صفيحتي متسعة مشحونة تساوي صفر؟

ج/ وذلك لان الصفيحتين تحملان شحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعا .

س/اين تقع الشحنات الموجبة والسالبة في المتسعات ؟ ولماذا؟

ج/تقع الشحنات على السطحين المتقابلين للصفيحتين ، بسبب قوة التجاذب بين تلك الشحنات.

س/ لماذا يكون المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة مجالاً منتظماً ؟

ج / وذلك لان البعد (d) بين الصفيحتين صغيرا جدا بالمقارنة مع أبعاد مع أبعاد الصفيحة الواحدة لذلك يهمل عدم انتظام المجال الكهربائي عند الحافات.

س/ ما المقصود بالسعة؟ وبأي وحدة تقاس؟

السعـــة

هي النسبة بين مقدار الشحنة المختزنة (Q) في اي من الصفيحتين الى مقدار فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين الصفيحتين. يرمز لسعة المتسعة بالرمز (C) وتعطى بالعلاقة التالية عندما يكون العازل بين الصفيحتين فراغ او هواء:

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

تقاس سعة المتسعة بالفاراد (Farad) أي أن $1\text{Farad} = 1\text{F} = 1\ \frac{\text{Coulomb}}{\text{volt}}$

س/ ما المقصود بالفاراد؟

<u>الفاراد (Farad)</u> : هي سعة متسعة تختزن شحنة مقدارها واحد كولوم وفرق الجهد بين طرفيها واحد فولط.

حيث تكون وحدة قياس الفاراد (Farad) كبيرة جداً في معظم التطبيقات العملية فتكون الوحدات الاكثر ملائمة عمليا هي اجزاء ال (Farad)وهي:

$$1\text{mF} = 10^{-3}\text{F} ، \ 1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F} ، \ 1\text{nF} = 10^{-9}\text{F} ، 1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$$

المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة : هو نسبة فرق الجهد (ΔV) بين صفيحتي المتسعة الى البعد (d) بين الصفيحتين. حيث أن العلاقة بين المجال الكهربائي (E) وفرق الجهد (ΔV) والبعد بين الصفيحتين (d) هي $(E = \frac{\Delta V}{d})$ عندما يكون العازل بين الصفيحتين فراغ او هواء. و أن وحدة المجال الكهربائي هي أما $\frac{N}{C}$ أو $\frac{V}{m}$.

س/ ماذا نقصد بقولنا (ان سعة متسعة $2\mu F$)؟

ج/ يعني ذلك ان كمية الشحنة اللازمة لرفع فرق جهد المتسعة واحد فولط تساوي $2\mu F$.

س/لماذا تكون جميع نقاط الصفيحة الواحدة للمتسعة المشحونة بجهد متساوي؟

ج/ لانه صفيحتي المتسعة مصنوعتان من مادة موصلة ومعزولتان.

س/ علل (المتسعة ذات السعة الاكبر تستوعب شحنة بمقدار أكبر)؟

ج/ لانه سعة المتسعة تعد مقياسا لمقدار الشحنة اللازم وضعها على أي من صفيحتيها لتوليد فرق جهد كهربائي معين بينهما.

س/ ما العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة ومقدار الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها؟

ج/ العلاقة بينهما طردية ، وهذا يعني ان ازدياد مقدار الشحنة (Q) يتسبب في ازدياد مقدار فرق الجهد الكهربائي (ΔV).

س/ لماذا يزداد فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ثابتة السعة عند زيادة مقدار الشحنة في أي من صفيحتيها؟

ج/ لان فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين الصفيحتين يتناسب طرديا مع مقدار الشحنة (Q) على أي من صفيحتيها.

س/ علام يعتمد فرق الجهد بين صفيحتي متسعة مشحونة ثابتة السعة ؟

ج/ يعتمد على مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة (تناسب طردي).

س/ ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي متسعة وفرق الجهد بين صفيحتيها عندما لا تكون مشحونة ؟

ج/ $\Delta V = 0$ ، $Q = 0$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

العازل الكهربائي

س/ ما المقصود بالمواد العازلة كهربائيا؟ وماهي أنواعها؟

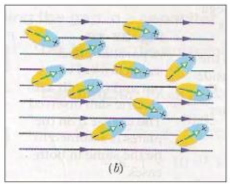
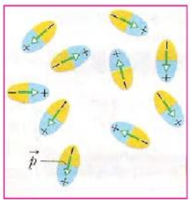
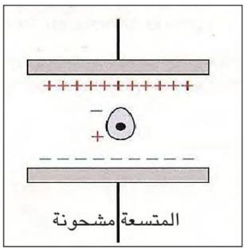
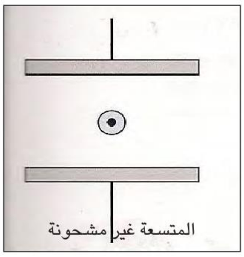
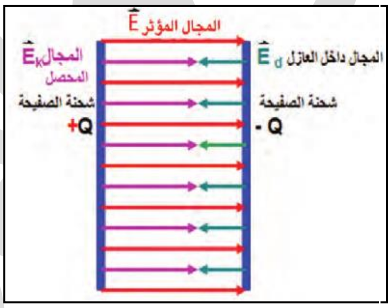
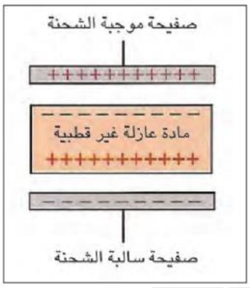
ج/ هي مواد غير موصلة كهربائيا في الظروف الاعتيادية وتعمل على تغيير مقدار المجال الكهربائي الموضوعه فيه ، مثل اللدائن والورق والمشمع والزجاج.

حيث تصنف المواد العازلة كهربائياً الى نوعين: 1. العوازل القطبية 2. العوازل الغيرقطبية

ثابت العزل الكهربائي k هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل C_k وسعتها بوجود الفراغ أو الهواء C ، وهو كمية مجردة من الوحدات، ويسمى ايضا السماحية النسبية للمادة، أي ان :

$$K = \frac{C_k}{C}$$

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

العوازل القطبية	العوازل الغير قطبية
1. مثل الماء النقي	1. مثل الزجاج والبولي ثيلين.
2. تمتلك جزيئاتها عزوما كهربائية ثنائية القطب دائمية.	2. تكتسب جزيئاتها عزوما كهربائية ثنائية القطب غير دائمية. وبصورة مؤقتة عن طريق الحث الكهربائي
3. يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة ثابتا مثل هذه الجزيئة تسمى دايبول.  عند تسليط مجال كهربائي خارجي  عند غياب المجال الكهربائي الخارجي	3. يكون التباعد بين مركزي شحنتيها الموجبة والسالبة غيرثابت.  
4. عند أدخال عازل قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة: فأن المجال الكهربائي يجعل معظم الدايبولات تصطف بموازاة خطوط المجال الكهربائي المؤثر (E) ونتيجة لذلك يتولد مجالاً كهربائي داخل العازل (E_d) اتجاهه معاكسا لاتجاه المجال الخارجي المؤثر واقل منه مقدار ، وبالنتيجة يقل مقدار المجال الكهربائي المحصل (E_k) بين صفيحتي المتسعة. $E_k = E - E_d$ $E = \frac{\Delta V}{d}$	4. عند أدخال العازل الغير قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة: فأن المجال الكهربائي يعمل على أزاحة مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة في الجزيئة الواحدة بأزاحة ضئيلة فيتحول الجزئ الى دايبول كهربائي يصطف باتجاه المجال الكهربائي المؤثر ونتيجة لذلك تظهر شحنة سطحية موجبة على وجه العازل المقابل للصفيحة السالبة وشحنة سطحية سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة (ولكن يبقى العازل متعادل كهربائيا) وبالتالي يصبح العازل مستقطبا والشحنتان السطحيتان على وجهي العازل تولدان مجالا كهربائيا داخل العازل (E_d) يعاكس في اتجاه المجال المؤثر بين الصفيحتين (E)، فيعمل على اضعاف المجال الكهربائي الخارجي المؤثر. $E_k = E - E_d$  
5. يقل مقدار المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي المتسعة بنسبة K. $E_k = \frac{E}{k}$	5. يقل مقدار المجال الكهربائي المحصل بين صفيحتي المتسعة بنسبة K $E_k = \frac{E}{k}$
6. يقل فرق الجهد بين الصفيحتين بنسبة K. $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$	6. يقل فرق الجهد بين الصفيحتين بنسبة K. $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$

س/ت 2013 ، ت 2015، د2ن 2015/ يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها؟

ج/ بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (E) فيكوّن المجال المحصل $(E_k = E - E_d)$ لذلك يقل بنسبة ثابت العزل للمادة $(E_k = \frac{E}{K})$.

س/ د1 خارج 2014/ في اي نوع من انواع العوازل الكهربائية تظهر شحنة سطحية على وجهيها عند ادخال مجال كهربائي خارجي؟ ذاكرا العلاقة الرياضية للمجال الكهربائي المتولد من هذه الشحنات.

ج/في حالة العوازل الغيرقطبية (عند أدخال العازل الغيرقطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة) تظهر شحنة سطحية موجبة على وجه العازل المقابل للصفيحة السالبة وشحنة سطحية سالبة على وجه العازل المقابل للصفيحة الموجبة وبالتالي هذه الشحنتان السطحيتان تولدان مجالا كهربائيا داخل العازل (E_d) يعاكس في اتجاه المجال المؤثر بين الصفيحتين (E) فيقل المجال الكهربائي المحصل (E_k) بنسبة K.

$$(E_k = E - E_d) \quad , \quad E_k = \frac{E}{k}$$

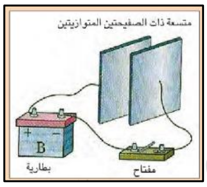
س/ ماذا يحصل عند إدخال عازل قطبي بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

س/ د2 2015/ ما تأثير المجال الكهربائي المنتظم في المواد العازلة الغير قطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة ؟

نشاط

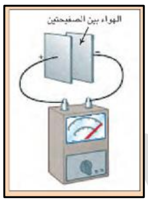
س/ د2ت 2013/ أشرح نشاطاً يبين تاثير إدخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما، وما تأثيره في سعة المتسعة؟ (تجربة فراداي)

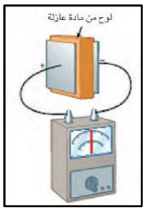
ج/ ادوات النشاط : متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (العازل بينهما هواء) غير مشحونة، بطارية فولطيتها مناسبة، جهاز فولطميتر ، أسلاك توصيل، لوح من مادة عازلة كهربائيا (ثابت عزلها K).



خطوات النشاط

1. **نربط أحد قطبي البطارية بأحدى الصفيحتين، ثم نربط القطب الاخر بالصفيحة الثانية ، ستنشحن أحدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة (+Q) والاخرى بالشحنة السالبة (-Q).**
2. **نفصل البطارية عن الصفيحتين.**
3. **نربط الطرف الموجب للفولطميتر بالصفيحة الموجبة ونربط طرفه السالب بالصفيحة السالبة. نلاحظ انحراف مؤشر الفولطميتر عند قراءة معينة يعني ذلك تولد فرق جهد كهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة في الحالة التي يكون فيها الهواء هو العازل بينهما.**
4. **ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة، نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولطميتر (ΔV).**





الاستنتاج

1. **نقصان فرق الجهد (ΔV) بسبب أدخال عازل كهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة**
2. **سعة المتسعة C تزداد بسبب نقصان فرق الجهد (ΔV)**
3. **سعة المتسعة C تزداد بوجود العازل الكهربائي حيث تزداد بنسبة (K) فتكون: $C_K = KC$.**

س/ د1 2013 ، د3م 2015/ اذكر فائدين عمليتين تتحققان من ادخال مادة عازلة كهربائيا تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتن بدلاً من الفراغ؟

ج/ أن إدخال مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتي المتسعة يحقق فائدتين عمليتين هما :

الأولى : زيادة سعة المتسعة $C_k = K\,C$

الثانية : منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها.

س/ هل من الضروري الكتابة على كل متسعة قيمة تحدد مقدار اقصى فرق جهد كهربائي تعمل فيه المتسعة؟

او س/ د2 2013 ، د3م 2015/ علل (يحدد مقدار أقصى فرق جهد كهربائي يمكن ان تعمل عنده المتسعة؟

ج/ نعم ضروري جدا ، لانه في حالة الاستمرار في زيادة مقدار فرق الجهد المسلط بين صفيحتيها يتسبب ذلك في ازدياد مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين إلى حد كبيرا جدا، قد يحصل عنده الانهيار الكهربائي للعازل، نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله، فتتفرغ عندئذ المتسعة من جميع شحنتها، وهذا يعني تلف المتسعة.

س/ ما تفسير زيادة سعة المتسعة المشحونة والمنفصلة عن المصدر بإدخال مادة عازلة بين صفيحتيها بدلا عن الهواء ؟

ج/ وذلك بسبب تولد مجال كهربائي داخل المادة العازلة (E_d) يعاكس اتجاه المجال الأصلي بين صفيحتي المتسعة (E) نتيجة لاصطفاف جزيئات العازل الثنائية القطب بموازاة المجال فيضعف المجال المحصل بين الصفيحتين (E_k) حيث $(E_k = E - E_d)$ ويقل فرق الجهد بين الصفيحتين لان البعد ثابت حيث $(\Delta V = E\,d)$ فتزداد سعة المتسعة لانها تتناسب عكسيا مع فرق الجهد بين الصفيحتين.

قوة العزل الكهربائي هي أقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله المادة قبل حصول الانهيار الكهربائي للعازل. وتعد قوة العزل الكهربائي لمادة بانها مقياس لقابليتها في الصمود امام فرق الجهد الكهربائي المسلط عليها.

س/د2 2014/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ربطت بين قطبي بطارية .ادخل عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت عزله $(K = 4)$ والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية ماذا يحصل لكل من الكميات التالية للمتسعة مع ذكر السبب

أولا) فرق الجهد بين صفيحتيها. ج/ ثابت بثبوت فرق جهد المصدر.

ثانيا) سعتها. ج/ تزداد بنسبة k حيث ان $(C_k = KC)$ ... أذن $(C_k = 4C)$

س/ د1 خارج 2013/ ماهي العوامل التي تعتمد عليها مقدار سعة المتسعة C ذات الصفيحتين المتوازيتين؟

ج/ تعتمد على :

1. المساحة السطحية (A) المتقابلة لكل من الصفيحتين: وتتناسب معها طرديا $(C \propto A)$
2. البعد d بين الصفيحتين: وتتناسب معه عكسياً $(C \propto \frac{1}{d})$
3. نوع الوسط العازل بين الصفيحتين K: تزداد سعة المتسعة عند ادخال مادة عازلة بين الصفيحتين بدل الفراغ او الهواء $(C_K = K\,C)$.

ملاحظة

يمكن حساب سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين وفق العلاقات التالية:

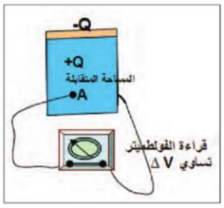
1) **تعطى سعة المتسعة اذا كان الفراغ او الهواء عازلاً بين الصفيحتين بالعلاقة التالية:**

$$C = \frac{\epsilon_o\ A}{d}$$

2) **يمكن حساب سعة المتسعة في حالة وجود مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها K بين الصفيحتين بدلاً من الفراغ أو الهواء بالعلاقة التالية:**

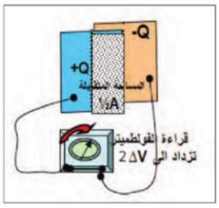
$$C_K = K\,C \longrightarrow C_K = K\,\frac{\epsilon_o A}{d}$$

س/ وضح عمليا كيف يتغير مقدار سعة المتسعة C ذات الصفيحتين المتوازيتين عند تغير المساحة السطحية A المتقابلة للصفيحتين ؟



ج/1. نربط طرفي الفولطميتر بين صفيحتي متسعة مشحونة بشحنة مقدارها (Q) مفصولة عن مصدر الفولطية.

2. عندما تكون المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة تساوي (A) تكون قراءة الفولطميتر عند تدريجة معينه فيكون فرق الجهد بين الصفيحتين يساوي (ΔV).

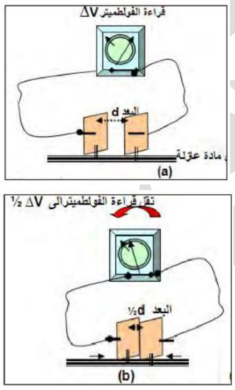


3. عند تقليل المساحة السطحية المتقابلة للصفيحتين الى نصف ما كانت عليه (أي $\frac{1}{2}A$) وذلك بازاحة احدى الصفيحتين جانبا (مع بقاء مقدار الشحنة ثابتا) نلاحظ أزدياد قراءة الفولطميتر الى ضعف ما كانت عليه (أي $2\ \Delta V$) ، مما يؤدي الى نقصان السعة.

الاستنتاج

- السعة (C) تقل بزيادة (ΔV) مع ثبوت الشحنة (Q) ، وفق العلاقة $(C = \frac{Q}{\Delta V})$
- السعة (C) تقل بنقصان المساحة المتقابلة للصفيحتين (A) والعكس صحيح، $(C \propto A)$ تناسب طردي.
- **أي أن السعة (C) لمتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين تتناسب طرديا مع المساحة (A) المتقابلة للصفيحتين والعكس صحيح.**

س/ وضح عمليا كيف يتغير مقدار سعة المتسعة C ذات الصفيحتين المتوازيتين عند تغير البعد d بين الصفيحتين المتوازيتين؟



ج/1. نربط طرفي الفولطميتر بين صفيحتي متسعة مشحونة بشحنة مقدارها (Q) مفصولة عن مصدر الفولطية.

2. عندما يكون البعد الابتدائي بين صفيحتي متسعة هو (d) ، تشير قراءة الفولطميتر الى مقدار معين لفرق الجهد (ΔV) بين الصفيحتين المشحونتين بشحنة معينة Q.

3. عند تقريب الصفيحتين من بعضهما البعض الى البعد $(\frac{1}{2}d)$ (مع بقاء مقدار الشحنة ثابتا) ، نلاحظ أن قراءة الفولطميتر تقل الى نصف ما كانت عليه (أي $\frac{1}{2}\Delta V$) .

الاستنتاج

- السعة (C) تزداد عند نقصان (ΔV) مع ثبوت الشحنة (Q) ، وفق العلاقة $(C = \frac{Q}{\Delta V})$
- السعة (C) تزداد بنقصان البعد بين الصفيحتين (d) والعكس صحيح، $(C \propto \frac{1}{d})$ تناسب عكسي.
- **أي أن السعة (C) تتناسب عكسيا مع البعد (d) بين الصفيحتين والعكس صحيح.**

س/ ماهي الطرق التي تلجأ اليها بعض المصانع لزيادة سعة المتسعة؟

ج/ وذلك بالتحكم في العوامل الثلاثة المؤثرة في مقدار السعة (المساحة السطحية للصفيحتين، البعد بين الصفيحتين، العازل الكهربائي بينهما)، وتوضع الصفيحتان بشكل شرائح معدنية رقيقة جدا واسعة المساحة، توضع بينهما مادة عازلة ثابت عزلها كبير وبشكل اشرطة رقيقة جدا تلف على بعضها بشكل اسطواني.

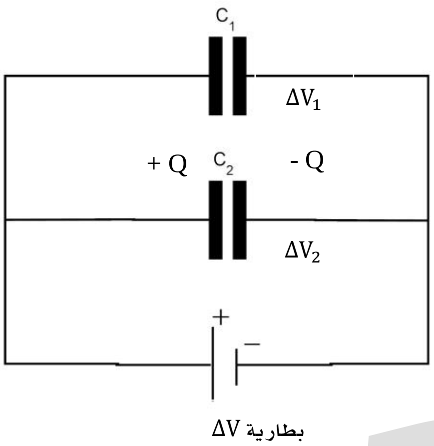
ربط المتسعات (توازي ، توالي)

س/ ماالفائدة العملية من ربط المتسعات 1- على التوازي ، 2- على التوالي ؟

ج/ 1) للحصول على فرق جهد ثابت وشحنة كبيرة وسعة مكافئة كبيرة المقدار (سعة كبيرة بسبب الزيادة الحاصلة في المساحة السطحية المتقابلة للمجموعة المتوازية) حيث لا يمكن الحصول على ذلك باستعمال متسعة واحدة.

2) للحصول على شحنة ثابتة وسعة قليلة وفرق جهد كبير (فرق جهد كبير يتوزع على طرفي المجموعة المتوالية قد لا تتحمله المتسعة المنفردة).

1. ربط المتسعات على التوازي



يتم ربط عدد من المتسعات (n من المتسعات) على التوازي كمايلي :

1. فرق الجهد الكلي متساوي في جميع المتسعات ويساوي فرق جهد البطارية:

$$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$$

2. الشحنة الكلية Q_T تساوي المجموع الجبري لمقداري الشحنة على أي من صفيحتي كل منهما : $Q_T = Q_1 + Q_2$

3. السعة المكافئة C_{eq} تساوي المجموع الجبري لسعات المتسعة وهي أكبر من أكبر سعة في المجموعة :

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

4. السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات المتماثلة ، تساوي عدد المتسعات (n) في سعة واحدة منها.

$$C_{eq} = n\,C$$

5. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة المكافئة لمجموعة التوازي تساوي مجموع الطاقة المختزنة في كل المتسعات . أي ان :

$$P.E_T = P.E_1 + P.E_2 + P.E_3 + \cdots P.E_n$$

س/ ماتفسير زيادة السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات المربوطة على التوازي ؟

ج/ وذلك لزيادة المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة لربط التوازي (بثبوت البعد بين الصفيحتين ونوع العازل)، فتزداد السعة المكافئة.

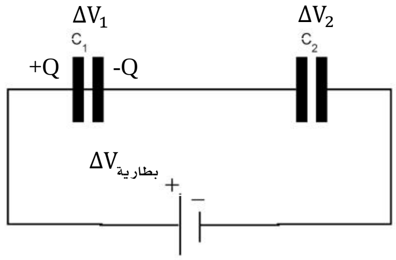
س/ اشتق علاقة لحساب السعة المكافئة C_{eq} لمجموعة متسعات مربوطة على التوازي؟

ج/

$$Q_{total} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow C_{eq}\,\Delta V_{total} = C_1\,\Delta V_2 + C_2\,\Delta V_2$$

$$\because \Delta V_{battery} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V \Rightarrow \therefore C_{eq}\,\Delta V = C_1\,\Delta V + C_2\,\Delta V$$

$$C_{eq}\,\Delta V = (C_1 + C_2)\,\Delta V \Rightarrow \boxed{C_{eq} = C_1 + C_2}$$



2. ربط المتسعات على التوالي

يتم ربط عدد من المتسعات (n من المتسعات) على التوالي كما في الشكل، حيث نجد أن :-

1. الشحنة الكلية Q_T تساوي مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ، أي أن :

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q$$

2. فرق الجهد الكلي يساوي مجموع فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة ، أي أن :

$$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

3. مقلوب السعة المكافئة للمجموعة يساوي مجموع مقلوب سعات المتسعات المكونة لها ، وبالتالي فأن مقدار السعة المكافئة للمجموعة تقل وتكون أصغر من أصغر سعة أي متسعة في المجموعة:-

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

تستخدم العلاقة التالية لحساب مقدار السعة المكافئة في حالة ربط متسعتين على التوالي فقط وليس أكثر:-

$$C_{eq} = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$$

4. السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات المتماثلة تحسب وفق العلاقة التالية : $C_{eq} = \frac{C}{n}$

5. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة المكافئة لمجموعة التوالي تساوي مجموع الطاقة المختزنة في كل المتسعات . أي ان :

$$P.E_T = P.E_1 + P.E_2 + P.E_3 + \cdots P.E_n$$

س/ت 2014/ علل: نقصان السعة المكافئة لمجموعة من المتسعات المربوطة على التوالي ؟

ج/ وذلك لزيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة لربط التوالي بثبوت مساحة الصفيحتين ونوع العازل ، فتقل السعة المكافئة.

س/ اشتق علاقة لحساب السعة المكافئة C_{eq} لمجموعة متسعات مربوطة على التوالي؟

$$\Delta V_{total} = \Delta V_1 + \Delta V_2 \Rightarrow \frac{Q_{total}}{C_{eq}} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2}$$

$$\because Q_{total} = Q_1 = Q_2 = Q \Rightarrow \therefore \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

س/ لماذا يكون مقدار الشحنة الكلية في ربط التوالي يساوي مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة؟

ج/ لان جهد الصفيحتين الوسطيتين متساوي ، فهما صفيحتان موصولتان مع بعضهما بسلك توصيل، لذلك يعتبران موصل واحد سطحه هو سطح تساوي الجهد، تظهر عليهما شحنتان متساويتان مقدارا ومختلفتان نوعا بطريقة الحث.

س/ متسعتان مختلفتان في السعة وفرق الجهد والشحنة ربطتا على التوازي . ما الذي يحصل لفرق الجهد وكيف ستتوزع الشحنة؟

ج/ فرق جهد المتسعتين يتساوى لان الربط على التوازي . وان شحنة المتسعة تتناسب مع سعتها فالمتسعة ذات السعة الأكبر ستكون شحنتها اكبر والعكس صحيح.

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة

- عند نقل كمية من الشحنات الكهربائية من موقع إلى اخر يتحتم انجاز شغل على تلك الشحنات، ويخزن هذا الشغل على شكل طاقة كامنة كهربائية $(PE_{electric})$ في المجال الكهربائي بين الموقعين.

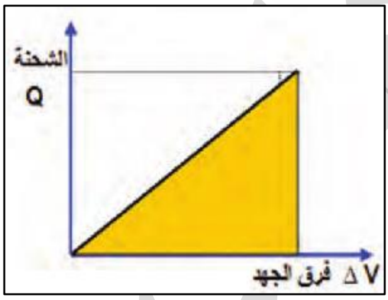
س/ قارن بين المتسعة الغير مشحونة والمتسعة المشحونة؟

ج/ 1- المتسعة الغير مشحونة : يكون مقدار الشحنة (Q) على أي من صفيحتيها تساوي صفراً $(Q = 0)$. وبالتالي فأن مقدار فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين الصفيحتين = 0.

2- المتسعة المشحونة : سوف تتولد شحنة مقدارها (Q) على طرفي المتسعة وهذه الشحنات تزداد عند شحن المتسعة وبالتالي سوف يزداد فرق الجهد الكهربائي (ΔV) بين الصفيحتين.

س/ كيف يمكن حساب الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي $(PE_{electric})$ للمتسعة بين الصفيحتين ؟

ج/ وذلك برسم مخطط بياني بين مقدار الشحنة المختزنة (Q) على أي من الصفيحتين وفرق الجهد الكهربائي (ΔV) بينهما. من خلال حساب مساحة المثلث ($\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع)



حيث أن القاعدة تمثل (ΔV) والارتفاع يمثل (Q) .

فيمكن حساب الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي $PE_{electric}$ كما يلي:

$$PE_{electric} = \frac{1}{2}\,\Delta V \times Q$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2}\,C\,.(\Delta V)^2 \quad \& \quad PE_{electric} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

- تقاس الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بالجول (J) عندما تكون الشحنة بالكولوم (C) وفرق الجهد بالفولط (V) والسعة بالفاراد (F).

- يمكن حساب الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي لمتسعة بالعلاقة التالية:

$$Power\ (P) = \frac{PE_{electric}}{time\ (t)}$$

تقاس القدرة بالواط (Watt) عندما تقاس الطاقة المختزنة بالجول (J) والزمن ب الثانية (sec)

س/ ماهي العوامل التي تعتمد عليها الطاقة المخزونة في المجال الكهربائي للمتسعة؟

ج/ 1- الشحنة (Q) 2- فرق الجهد (ΔV) 3- السعة (C)

س/ اثبت ان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر الشاحن تقل بنسبة k لو وضع عازل ثابت عزله (k) بين صفيحتيها غير الفراغ اوالهواء؟

الحل/

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2}\Delta V_k \cdot Q_k}{\frac{1}{2}\Delta V \cdot Q} = \frac{\Delta V_k \cdot Q_k}{\Delta V \cdot Q}$$

$$\because Q_k = Q \quad , \quad \Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$$

$$\therefore \frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{\Delta V}{K} \cdot Q_k}{\Delta V \cdot Q} \Longrightarrow \frac{PE_k}{PE} = \frac{1}{K} \Longrightarrow PE_k = \frac{PE}{k}$$

س/ اثبت ان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة مشحونة تزداد k من المرات لو وضع عازل ثابت عزله (k) بين صفيحتيها غير الفراغ او الهواء والمتسعة لازالت متصلة بالمصدر؟

الحل/

$$\frac{PE_k}{PE} = \frac{\frac{1}{2}C_k \cdot (\Delta V_k)^2}{\frac{1}{2}C \cdot (\Delta V)^2} = \frac{C_k \cdot (\Delta V_k)^2}{C \cdot (\Delta V)^2}$$

$$\because \Delta V_k = \Delta V \quad , \quad C_k = K\,C$$

$$\therefore \frac{PE_k}{PE} = \frac{K\,C \cdot (\Delta V)^2}{C \cdot (\Delta V)^2} \Longrightarrow \frac{PE_k}{PE} = K \Longrightarrow PE_k = K\,PE$$

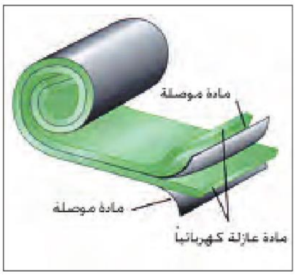
أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

بعض انواع المتسعات



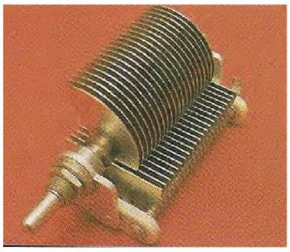
س/ ماهي انواع المتسعات ؟ وما مجال استعمال كل نوع ؟ و بماذا تمتاز؟

ج/

1. المتسعة ذات الورق المشمع

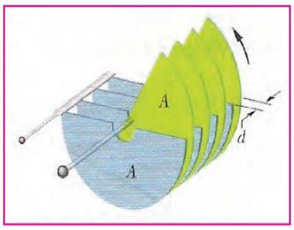
تستعمل في العديد من الاجهزة الكهربائية والالكترونية.

تمتاز: 1. بصغر حجمها 2. كبر مساحة الصفائح



2. المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوّارة

تستعمل في الغالب في دائرة التنغيم في اللاسلكي والمذياع.



- **تتألف** من مجموعتين من الصفائح بشكل أنصاف أقراص احدى المجموعتين ثابتة والأخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت، تربط المجموعتان بين قطبي بطارية عند شحنها، لذا تكون هذه المتسعة مكافئة لمجموعة من المتسعات المتوازية الربط.
- **من مميزاتها :**

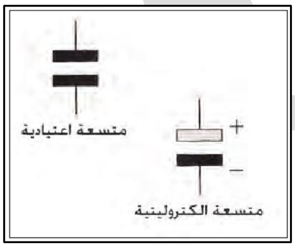
1. تتغير سعة هذه المتسعة اثناء الدوران نتيجة لتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح.
2. يفصل بين كل صفيحتين الهواء كعازل كهربائي.



3. المتسعة الالكتروليتية

تستعمل في الكثير من الاجهزة الكهربائية والالكترونية.

- **تتألف** المتسعة الالكتروليتية من صفيحتين إحدهما من الالمنيوم والاخرى عجينة الكترونيتية، وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت وتلف الصفائح بشكل اسطواني.
- **من مميزاتها انها:**



1. تتحمل فرق جهد كهربائي عالي.
2. توضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها، لغرض ربطها في الدائرة الكهربائية بقطبية صحيحة.

س/ لماذا توضع علامة على طرفي المتسعة الالكتروليتية؟

ج/ للدلالة على قطبيتها من اجل ربطها في الدائرة الكهربائية بقطبية صحيحة .

دائرة تيار مستمر تتألف من مقاومة ومتسعة (RC – circuit)

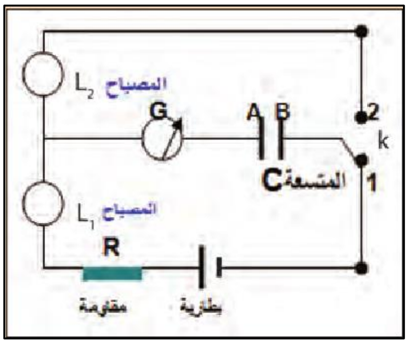
دائرة المتسعة والمقاومة (RC – circuit) : هي دائرة تيار مستمر تحتوي على مقاومة ومتسعة وبطارية.

تمتاز: بأن تيارها متغيراً مع الزمن.

ومن أمثلتها : دوائر شحن وتفريغ المتسعة.

دائرة تيار مستمر تحتوي على مقاومة وبطارية فقط: يكون التيار في هذه الدوائر ثابتاً (لايتغيرمع الزمن) لمدة زمنية معينة.

س/ د1 2015، ت 2016/اذكر نشاط يوضح كيفية شحن المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لإجراء هذا النشاط ؟



ج/

أدوات النشاط:

بطارية فولطيتها مناسبة، كلفانوميتر (G) صفره في وسط التدريجة، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين (A و B)، مفتاح مزدوج (K)، مقاومة ثابتة R، مصباحان متماثلان (L_1 و L_2)، أسالك توصيل.

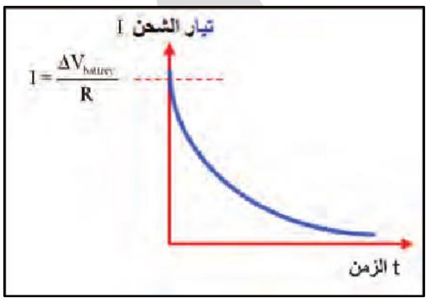
خطوات النشاط:

نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل، بحيث نجعل المفتاح (K) في الموقع (1) وهذا يعني أن المتسعة مربوطة بالبطارية لغرض شحنها ، فنلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظيا إلى احد جانبي صفر التدريجة (نحو اليمين مثلا) ثم يعود بسرعة إلى الصفر مع ملاحظة توهج المصباح L_1 بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ، وكأن البطارية غير مربوطة في الدائرة ، وبذلك تمت عملية الشحن.

الاستنتاج ان تيارا لحظيا قد انساب في الدائرة يسمى تيار الشحن يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق الدائرة ويتناقص مقداره الى الصفر بسرعة بعد اكتمال شحن المتسعة.

س/ د2 2013 . د2 خاص 2014/ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على الاجزاء) توضح فيها: عملية شحن المتسعة؟

س/ ت 2016/ أرسم مخطط بيانيا يوضح العلاقة بين تيار شحن المتسعة والزمن المستغرق لشحنها؟



ج/ لقد وجد عمليا وكما موضح في الرسم البياني ((ان تيار الشحن (I) يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق دائرة الشحن ومقداره يساوي $I = \frac{\Delta V_{battery}}{R}$ ويتناقص مقداره الى الصفر بسرعة عند أكتمال شحنها)). حيث أن

I: تيار الشحن،

R: المقاومة في الدائرة،

($\Delta V_{battery}$): فرق جهد البطارية.

س/ في دائرة شحن المتسعة ، ماهو سبب رجوع مؤشر الكلفانوميتر الى الصفر؟

ج/ لانه بعد اكتمال عملية شحن المتسعة ، يصبح جهد كل صفيحة مساوي لجهد قطب البطارية المتصلة بها، وهذا يعني ان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية، وفي هذه الحالة ينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة في الدائرة مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفرا.

س/ ما سبب تكون شحنات مختلفة على صفيحتي المتسعة عند شحنها ؟؟

ج/بسبب كون صفيحتي المتسعة معزولتين عن بعضهما، فالآلكترونات تتراكم على الصفيحة B المربوطة بالقطب السالب للبطارية، لذا تُشحن بالشحنة السالبة $(-Q)$ في حين تشحن الصفيحة A المربوطة بالقطب الموجب بالشحنة الموجبة $(+Q)$ وبالمقدار نفسه بطريقة الحث.

س/ ما مقدار تيار شحن المتسعة لحظة غلق الدائرة ؟ وهل يستمر بهذا المقدار؟ ولماذا ؟

ج/ يكون تيار الشحن في مقداره الأعظم لحظة غلق الدائرة . كلا لان مقداره يتناقص إلى الصفر بسرعة عند اكتمال شحن المتسعة . لتساوي فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة وفرق الجهد بين قطبي البطارية وبالتالي ينعدم فرق الجهد على طرفي المقاومة.

س/ اذكر نشاط يوضح كيفية تفريغ المتسعة مع رسم الدائرة الكهربائية اللازمة لإجراء هذا النشاط ؟

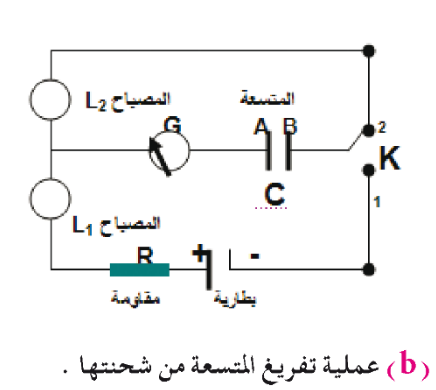
ج/

أدوات النشاط:

بطارية فولطيتها مناسبة، كلفانوميتر (G) صفره في وسط التدريجة، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين (A و B)، مفتاح مزدوج (K)، مقاومة ثابتة R، مصباحان متماثلان $(L_1$ و $L_2)$، أسالك توصيل.

خطوات النشاط:

نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل بحيث نجعل المفتاح (K) في الموقع (2) وهذا يعني ربط صفيحتي المتسعة مع بعضهما بسلك موصل وبهذا تتم عملية تفريغ المتسعة من شحنتها أي تعادل شحنة صفيحتيها فنلاحظ انحراف مؤشر الكلفانومتر لحظيا الى الجانب الآخر من صفر التدريجة (نحو اليسار) ثم يعود الى الصفر بسرعة ونلاحظ توهج المصباح L_2 بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ.



(b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها .

الاستنتاج

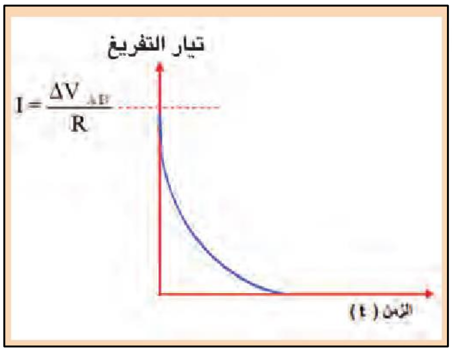
ان تيارا لحظيا قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ ويتلاشى بسرعة (يساوي صفرا) عندما لا يتوافر فرق جهد بين صفيحتي المتسعة أي عندما $(\Delta V_{AB} = 0)$.

س/ د2 2013 ، ت 2014 ، د3 2015/ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على الاجزاء) توضح فيها: عملية تفريغ المتسعة؟

س/ في دائرة تفريغ المتسعة ، ماهو سبب رجوع مؤشر الكلفانوميتر الى الصفر؟

ج/ لانه بعد اكتمال عملية تفريغ المتسعة، يصبح فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة مساوي للصفر، وهذا يجعل تيار الدائرة (تيار التفريغ) يساوي صفر.

س/ ت 2013 / أرسم مخطط بياني تبين فيه العلاقة بين تيار التفريغ المتسعة والزمن المستغرق لتفريغها؟



ج/ لقد وجد عمليا وكما موضح في الرسم البياني ((ان تيار التفريغ (I) يبدأ بمقدار كبير يساوي $I = \frac{\Delta V_{AB}}{R}$ لحظة اغلاق الدائرة ((لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بواسطة سلك موصل)) ويهبط مقداره للصفر بسرعة بعد اتمام عملية التفريغ)).

س/ ما مقدار تيار تفريغ المتسعة لحظة غلق الدائرة ؟ وهل يستمر بهذا المقدار؟ ولماذا ؟

ج/ يكون تيار التفريغ في مقداره الأعظم لحظة إغلاق الدائرة (لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بوساطة سلك موصل).
كلا لأن مقداره يهبط إلى الصفر بسرعة بعد إتمام عملية التفريغ لانعدام فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ($\Delta V = 0$).

س/ د1 خارج 2014، د2 2015/ علل (المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تُعد مفتاحا مفتوحا)؟

ج/ لأنه المتسعة عندما تُشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة منها مساويا لجهد القطب المتصل بالبطارية وهذا يعني ان فرق جهد البطارية مساوي لجهد المتسعة ، وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفر، مما يجعل التيار في الدائرة يساوي صفر.

ملاحظة

1. يوجد مستودع كبير للمتسعات (يسمى مصرف المتسعات) قرب مدينة .شيكاغو، يخزن مقادير كبيرة جدا من الطاقة الكهربائية تستعمل في معجل الجسيمات في مختبر فيرمي، لانه يحتاج كمية هائلة من الطاقة الكهربائية وبأندفاع قوي جدا ومفاجئ. ويتم ذلك بتفريغ المتسعات الموضوعة في ذلك المستودع من شحنتها بوقت قصير جدا.
وهذا يماثل عملية تجميع المياه في الخزانات الموضوعة على سطوح البنايات لغرض تفريغها بكمية كبيرة وبوقت قصير جدا عند استعمالها من قبل رجال الاطفاء.
2. تستعمل المتسعة في شاشات اللمس في جهاز الهاتف النقال (iphone) وجهاز (ipad) والحاسوب والآت الاقتراع فعند ملامسة الاصبع للشاشة تتغير سعة المتسعة في الجزء المطلوب الكشف عنه.

بعض التطبيقات العملية للمتسعة

1. المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي في ألة التصوير (الكاميرا)

بعد شحنها بوساطة البطارية الموضوعة في المنظومة، تجهز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع في أثناء تفريغ المتسعة من شحنتها.

الفائدة العملية منها: تجهز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع.

2. المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية

حيث تكون إحدى صفيحتيها صلبة ثابتة والأخرى مرنة حرة الحركة والصفيحتان تكونان عند فرق جهد كهربائي ثابت فالموجات الصوتية تتسبب في اهتزاز الصفيحة المرنة إلى الأمام والخلف فيتغير مقدار سعة المتسعة تبعا لتغير البعد بين صفيحتيها وبتردد الموجات الصوتية نفسه وهذا يعني تحول الذبذبات الميكانيكية إلى ذبذبات كهربائية.

الفائدة العملية منها: تحول الذبذبات الميكانيكية إلى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه.

3. المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب

يستعمل هذا الجهاز لنقل مقادير مختلفة ومحددة من الطاقة الكهربائية الى المريض الذي يعاني من اضطرابات في حركة عضلات قلبه. عندما يكون قلبه غير قادر على ضخ الدم فيلجأ الطبيب إلى استعمال صدمة كهربائية (Electric Shock) تحفز قلبه وتعيد انتظام عمله فالمتسعة المشحونة والموجودة في جهاز (Defibrillator) تفرغ طاقتها المختزنة التي تتراوح بين (10J – 360J) في جسم المريض لمدة زمنية قصيرة جدا.

الفائدة العملية منها: تفرغ طاقتها الكهربائية الكبيرة والمختزنة فيها في جسم المريض بفترة زمنية قصيرة جدا (بطريقة الصدمة الكهربائية) تحفز قلبه وتعيد أنتظام عمله.

4. المتسعة الموضوعة في لوحة مفاتيح الحاسوب

توضع متسعة تحت كل حرف من الحروف في لوحة المفاتيح، إذ يثبت كل مفتاح بصفيحة متحركة تمثل إحدى صفيحتي المتسعة والصفيحة الأخرى مثبتة في قاعدة المفتاح وعند الضغط على المفتاح يقل البعد الفاصل بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم ضغطه .

الفائدة العملية منها: عند الضغط على المفتاح يقل البعد بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم الضغط عليه .

اسئلة للمراجعة

س/د1 2014/ ما الفائدة العملية من وجود المتسعة في اللاقطة الصوتية وفي منظومة المصباح الومضي ؟

س/د2 2014/اذكر ثلاث تطبيقات عملية للمتسعة ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق ؟

س/د2 2015/ مالغرض من المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الوميضي في الة التصوير (الكاميرا)؟

س/د3 2015/ ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة عند أدخال مادة عازلة بين صفيحتيها؟ ولماذا؟

س/ كيف يمكن للدوائر الالكترونية الخارجية التعرف على المفتاح الذي تم ضغطه في لوحة مفاتيح الحاسوب ؟

ج/ عند الضغط على المفتاح يقل البعد الفاصل بين صفيحتي المتسعة المثبت بها المفتاح فتزداد سعتها مما يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح .

س/ د1 2014/ ماذا يحصل لمقدار المجال الكهربائي والشحنة المختزنة بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت لو ابعدت الصفيحتان عن بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصولة بهما؟

ج/ 1. يقل المجال الكهربائي بزيادة البعد بين الصفيحتين
2. تقل الشحنة المختزنة في أي من الصفيحتين.

س / د1خارج 2013 ، د2 خاص 2014، د1ن 2015/ عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي ذات سعة ثابتة ، وضح ماذا يحصل لمقدار الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها؟

ج/ مقدار الشحنة المختزنة Q سوف تزداد للضعف ايضا لانه $(Q = C \times \Delta V)$

$$Q_1 = C \times \Delta V_1 \Longrightarrow \Delta V_2 = 2\Delta V_1$$

$$Q_2 = C \times \Delta V_2 = C \times 2\Delta V_1 = 2\,(C \times \Delta V_1) = 2Q_1 \Longrightarrow Q_2 = 2Q_1$$

س/ د1 2013 ، د3 2014/ماذا يحصل للطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المتسعة؟

ج/ تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي الى اربع امثال ما كانت عليه.

$$P.E_1 = \frac{1}{2} C \times (\Delta V_1)^2$$

$$P.E_2 = \frac{1}{2} C \times (2\Delta V_1)^2$$

$$P.E_2 = \frac{1}{2} C \times 4 \times (\Delta V_1)^2$$

$$P.E_2 = 4\left(\frac{1}{2} C \times (\Delta V_1)^2\right) = 4P.E_1$$

س/ شحنت متسعة ثم فصلت عن المصدر الشاحن ما الذي يحصل لقراءة الفولطميتر المربوط إلى طرفيها لو أصبح البعد بين صفيحتيها نصف ما كان عليه ؟

ج/ تقل قراءة الفولطميتر إلى النصف بسبب تضاعف سعة المتسعة (سعة المتسعة تتناسب عكسيا مع البعد بين صفيحتيها) وان فرق الجهد يتناسب عكسيا مع السعة بثبوت الشحنة .

س/ شحنت متسعة ثم فصلت عن المصدر الشاحن ما الذي يحصل لقراءة الفولطميتر المربوط إلى طرفيها لو أصبحت المساحة المتقابلة لصفيحتيها نصف ما كانت عليه؟

ج/ تتضاعف قراءة الفولطميتر بسبب تضاعف فرق الجهد بين الصفيحتين لان السعة تصبح نصف ما كانت عليه (سعة المتسعة تتناسب طرديا مع المساحة السطحية المتقابلة للصفيحتين المتوازيتين) وان فرق الجهد يتناسب عكسيا مع السعة بثبوت الشحنة.

س/ متسعة مشحونة ومفصولة عن المصدر ، يعزل بين صفيحتيها الهواء ، وضح ما الذي يحصل لكل من سعتها وشحنتها وفرق الجهد بين صفيحتيها إذا أبدل الهواء بين صفيحتيها بعازل آخر ؟

ج/ – السعة تزداد لان $C_K = K\,C$

– الشحنة تبقى ثابتة لان المتسعة مفصولة عن المصدر الشاحن .

– فرق الجهد يقل لان فرق الجهد يتناسب عكسيا مع السعة عند ثبوت مقدار الشحنة ($\Delta V \propto \frac{1}{C}$) .

س/ متسعة مشحونة وموصولة بمصدر فولطية، ما تاثير تقريب صفيحتيها من بعضهما على كل من المجال الكهربائي والسعة ؟ وماذا ؟

ج/ المجال الكهربائي يزداد لأنه يتناسب عكسيا مع البعد بثبوت فرق الجهد بين الصفيحتين وفق العلاقة ($E = \frac{\Delta V}{d}$).

السعة تزداد لان السعة تتناسب عكسيا مع البعد بين صفيحتيها ($C \propto \frac{1}{d}$).

س/ شحنت متسعة مؤلفة من صفيحتين متوازيتين العازل بينهما هواء حتى أصبح بين صفيحتيها فرق جهد معين . فإذا غمرت بعد ذلك في الزيت المستعمل للمحولات فما الذي سيحصل لشحنتها وسعتها وفرق الجهد بين صفيحتيها؟ وماذا؟

ج/ – شحنتها تبقى ثابتة لأنها مفصولة عن المصدر الشاحن .

– سعتها تزداد لان $C_k = K\,C$ (ثابت عزل الزيت اكبر من ثابت عزل الهواء).

– فرق الجهد يقل لأنه يتناسب عكسيا مع السعة عند ثبوت الشحنة.

س/ ما تفسير زيادة سعة المتسعة المشحونة والمفصولة عن المصدر بتقريب صفيحتيها من بعضهما ؟

ج/ بما ان المتسعة مشحونة لذلك فالشحنة ثابتة وكذلك المساحة السطحية المتقابلة تبقى ثابتة فتثبت كثافة الشحنة وحيث ان المجال الكهربائي يعتمد على كثافة الشحنة بعلاقة طردية لذلك يثبت المجال بين الصفيحتين فيقل فرق الجهد بنفس النسبة التي يقل فيها البعد بين الصفيحتين وفقا للعلاقة ($\Delta V = E\,d$) ونتيجة لذلك تزداد سعة المتسعة لأنها تتناسب عكسيا مع فرق الجهد بين الصفيحتين بثبوت الشحنة.

س/د1 2015/ما العامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب أثناء استعمالها؟ وضح ذلك .

ج/ يتغير البعد بين الصفيحتين (عند الضغط على المفتاح يقل البعد) ، فتزداد بذلك سعة المتسعة فتتغير مقدار سعة المتسعة الموضوعة تحت ذلك المفتاح ويتم تعيين الحرف المطلوب في اللوحة.

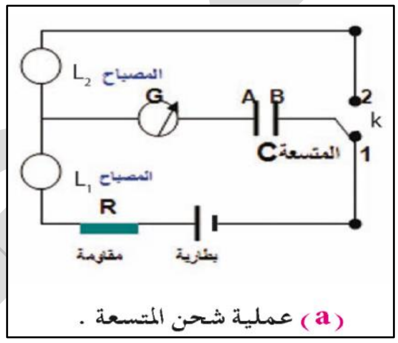
س/ ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي (Defibrillator) المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز و أعادة انتظام عمل قلب المريض؟

ج/ الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الموضوعة في الجهاز.

س/ د2 2013 /ارسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على الاجزاء) توضح فيها:

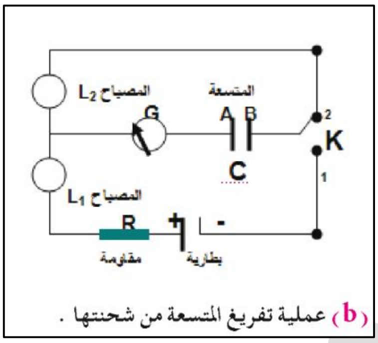
1)عملية شحن المتسعة؟ (د2 خاص 2014) **2) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها؟** (ت 2014، د 3 2015)

ج/



(a) عملية شحن المتسعة .

دائرة كهربائية توضح عملية شحن المتسعة



(b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها .

دائرة كهربائية توضح عملية تفريغ المتسعة من شحنتها

س/ ما الغرض من المتسعات ذات الورق المشمع ؟ وبماذا تمتاز؟

ج/ تستعمل في العديد من الأجهزة الكهربائية والالكترونية . وتمتاز : 1- بصغر حجمها 2- كبر مساحة صفائحها

س/ ممَ تتألف المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح المتحركة ؟ وكيف يتم شحنها؟ وما العازل بين صفائحها؟

ج/ تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل أنصاف أقراص، إحدى المجموعتين ثابتة والأخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت، تربط المجموعتين بين قطبي بطارية عند شحنها، يفصل بين كل صفيحتين الهواء كعازل كهربائي.

س/ لماذا تكون المتسعة ذات الصفائح المتحركة متغيرة السعة؟

ج/ لأنه أثناء دوران مجموعة الصفائح المتحركة حول المحور الثابت تتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح ونتيجة لذلك تتغير سعة المتسعة.

س/ ما العامل الذي يتغير في المتسعة ذات الصفائح الدوارة ؟ ولماذا ؟

ج/ تتغير سعتها نتيجة لتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح.

س/ ما اسم المتسعة المكافئة لمجموعة من المتسعات المتوازية الربط ؟

ج/ المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح المتحركة .

س/ ما الغرض من المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح المتحركة ؟

ج/ تستعمل في دائرة التنغيم في اللاسلكي والمذياع .

س/ كيف يمكن زيادة سعة المتسعة المستعملة في دائرة التنغيم في المذياع؟ وضح ذلك؟

ج/ بزيادة التشابك بين مجموعتي الصفائح الدوارة والصفائح الثابتة فتزداد بذلك المساحة السطحية للصفائح ونتيجة لذلك تزداد سعة المتسعة .

س/ مم تتألف المتسعة الالكتروليتية ؟ وبماذا تمتاز؟

ج/ تتألف المتسعة الالكتروليتية من صفيحتين إحداهما من الألمنيوم والأخرى عجينة الكتروليتية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الألمنيوم والالكتروليت وتلف الصفائح بشكل اسطواني . تمتاز بأنها تتحمل فرق جهد كهربائي عالي.

س/ مم تتكون دوائر شحن وتفريغ المتسعة ؟ وماذا تسمى هده الدوائر؟ وكيف يكون التيار المار فيها ؟

ج/ تتكون من دائرة تيار مستمر تحتوي على متسعة ومقاومة وبطارية، تسمى بدائرة المتسعة المقاومة $(RC - Circuit)$ ، يكون تيار هده الدائرة متغيرا مع الزمن.

س/ ما الفرق الأساسي بين دائرة تيار مستمر تحتوي على مقاومة فقط ودائرة تيار مستمر تحتوي مقاومة ومتسعة؟

ج/ دائرة المقاومة يكون تيارها ثابتا (لا يتغير مع الزمن) لفترة زمنية معينة بينما دائرة المقاومة والمتسعة تيارها متغيرا مع الزمن .

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أمثلة

س1/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها (10pF) شحنت بوساطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V)، فإذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم ادخل بين صفيحتيها لوحا من مادة عازلة كهربائيا ثابت عزلها (6) يملأ الحيز بينهما . ما مقدار:

1- الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .
2- سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي .
3- فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد أدخال العازل.

1. $Q = C\,.\Delta V = 10 \times 12 = 120\ pC$
2. $C_k = K\,C = 6 \times 10 = 60\ pF$
3. $\Delta V_k = \frac{Q}{C_k} = \frac{120}{60} = 2V$ or $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K} = \frac{12}{6} = 2V$

س2/ ت 2013 / متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها (0.5 cm) وكل من صفيحتيها مربعة الشكل طول ضلع كل منها (10 cm) ويفصل بينهما الفراغ.

(علما ان سماحية الفراغ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \frac{C^2}{N\,.\,m^2}$) ما مقدار:

1.سعة المتسعة. 2. الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها بعد تسليط فرق جهد (10V) بينهما.

1. $A = (0.1)^2 = 1 \times 10^{-2}\ m^2$, $d = 0.5\ cm = 5 \times 10^{-3} m$

$$C = \frac{\epsilon_0\ A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}} = 1.77 \times 10^{-11}\ F = 17.7\ pF$$

2. $Q = C\,.\Delta V = 1.77 \times 10^{-11} \times 10 = 1.77 \times 10^{-10}\ C$

س3/ اربع متسعات سعاتها حسب الترتيب (4μF , 8μF , 12μF , 6μF) مربوطة مع بعضها على التوازي ، ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V) · احسب مقدار:

1- السعة المكافئة للمجموعة ·
2- الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ·
3- الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة.

1. $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 4 + 8 + 12 + 6 = 30\ \mu F$
2. $\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_4 = \Delta V = 12V$

$Q_1 = C_1\,.\,\Delta V_1 = 4 \times 12 = 48\ \mu C$ ، $Q_2 = C_2\,.\,\Delta V_2 = 8 \times 12 = 96\ \mu C$

$Q_3 = C_3\,.\,\Delta V_3 = 12 \times 12 = 144\ \mu C$ ، $Q_4 = C_4\,.\,\Delta V_4 = 6 \times 12 = 72\ \mu C$

3. $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 48 + 96 + 144 + 72 = 360\ \mu C$

Or $Q_T = C_{eq}\,.\,\Delta V_T = 30 \times 12 = 360\ \mu C$

س4/ ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعاتها حسب الترتيب (6μF , 9μF , 18μF) مربوطة مع بعضها على التوالي، شحنت المجموعة بشحنة كلية (300μC) احسب مقدار :

1- السعة المكافئة للمجموعة.

2- الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .

3- فرق الجهد الكلى بين طرفي المجموعة.

4- فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة.

1. $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \qquad \therefore C_{eq} = 3\mu F$

2. $Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 300\mu C$

3. $\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{300}{3} = 100V$

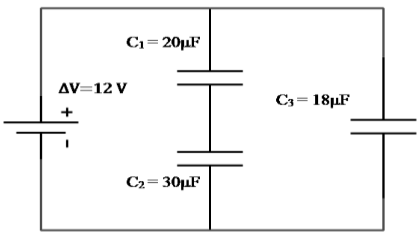
4. $\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{300}{6} = 50V \quad , \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{300}{9} = \frac{100}{3}V \quad , \quad \Delta V_3 = \frac{Q}{C_3} = \frac{300}{18} = \frac{50}{3}V$

س5/ د3 2014/ من المعلومات المثبتة في الشكل التالي ، احسب مقدار:

1- السعة المكافئة للمجموعة .

2- الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة.

3- الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة.



1. $\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{3+2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$

$\therefore C_{1,2} = 12\mu F$

$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 = 12 + 18 = 30\mu F$

2. $Q_T = C_{eq} . \Delta V_T = 30 \times 12 = 360\mu F$

3. $Q_{1,2} = C_{1,2} . \Delta V = 12 \times 12 = 144\mu C = Q_1 = Q_2$

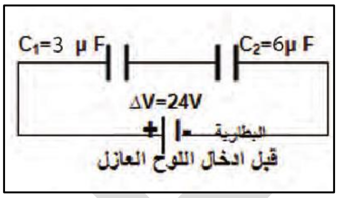
$Q_3 = C_3 . \Delta V = 18 \times 12 = 216\mu C$

س6/ ما مقدار الطاقة الكهربائية المختزنة في المجال الكهربائي لمتسعة سعتها (2μF) إذا شحنت لفرق كهربائي (5000V) ، وما مقدار القدرة التي نحصل عليها عند تفريغها بزمن (10μS)؟

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C . (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times (2 \times 10^{-6}) \times (5000)^2 = 10^{-6} \times 25 \times 10^6 = 25\ J$$

$$Power\ (P) = \frac{PE_{electric}}{time\ (t)} = \frac{25}{10 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^6\ Watt$$

س7/ ت 2014، د2 2015/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 3\mu F , C_2 = 6\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوالي. ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(24\ V)$ ، وكان الفراغ عازلا بين صفيحتي كل منهما إذا ادخل بين صفيحتي كل منهما لوحا من مادة عازلة ثابت عزلها (2) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة، والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة في حالتين : 1- قبل إدخال العازل . 2- بعد إدخال العازل .



1. $C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1+C_2} = \frac{3\times6}{3+6} = \frac{18}{9} = 2\mu F$

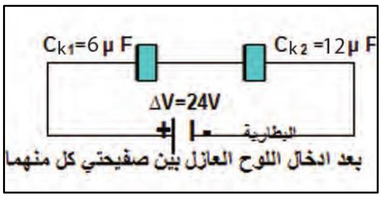
$Q_T = C_{eq} \cdot \Delta V_T = 2 \times 24 = 48\mu C = Q_1 = Q_2 = Q$

$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{48}{3} = 16V$, $\Delta V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{48}{6} = 8V$

$PE_1 = \frac{1}{2} \Delta V_1 \cdot Q = \frac{1}{2} \times 16 \times 48 \times 10^{-6} = 384 \times 10^{-6}\ J$

$PE_2 = \frac{1}{2} \Delta V_2 \cdot Q = \frac{1}{2} \times 8 \times 48 \times 10^{-6} = 192 \times 10^{-6}\ J$

2. $C_{1k} = K\, C_1 = 2 \times 3 = 6\mu F$ ، $C_{2k} = K\, C_2 = 2 \times 6 = 12\mu F$



$C_{eqk} = \frac{C_{1k} \cdot C_{2k}}{C_{1k} + C_{2k}} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{72}{18} = 4\mu F$

$Q_{Tk} = C_{eqk} \cdot \Delta V_T = 4 \times 24 = 96\mu C = Q_{1k} = Q_{2k} = Q_k$

$\Delta V_{1k} = \frac{Q_k}{C_{1k}} = \frac{96}{6} = 16V$, $\Delta V_{2k} = \frac{Q}{C_{2k}} = \frac{96}{12} = 8V$

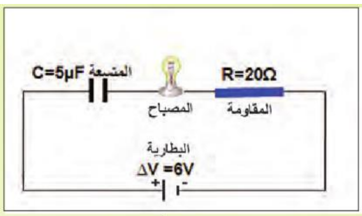
$PE_{1k} = \frac{1}{2} \Delta V_{1k} \cdot Q_k = \frac{1}{2} \times 16 \times 96 \times 10^{-6} = 768 \times 10^{-6}\ J$

$PE_{2k} = \frac{1}{2} \Delta V_{2k} \cdot Q_k = \frac{1}{2} \times 8 \times 96 \times 10^{-6} = 384 \times 10^{-6}\ J$

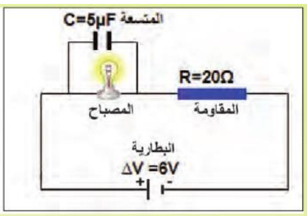
س8/ د2 2013، ت 2015/ دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي مصباح كهربائي مقاومته $(r = 10\Omega)$ ومقاومة مقدارها $(R = 20\Omega)$ وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(\Delta V = 6\ V)$ ، ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(5\mu F)$. ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة :

1- **على التوازي مع المصباح، لاحظ الشكل (a) . (د2 2013)**

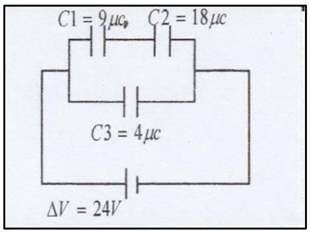
2- **على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها، (بعد فصل المتسعة عن الدائرة الأولى وإفراغها من جميع شحنتها) لاحظ الشكل (b)**



الشكل (b)



الشكل (a)



س9/ د1 2014/ ثلاث متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل وربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (24 V)أدخل لوح عازل ثابت عزله (K) بين صفيحتي المتسعة الثالثة (C_3) والمجموعة مازالت متصلة بالبطارية فأصبحت الشحنة الكلية(336 μC) ما مقدار: اولا: ثابت العزل.

ثانيا : الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل في المتسعة الثالثة (C_3).

س10/ د2 خ 2014/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ($C_1 = 6\mu F$, $C_2 = 2\mu F$) مربوطتان مع بعضهما على التوازي ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (12 V) أحسب مقدار : أولا: شحنة كل متسعة والشحنة الكلية .

ثانيا: ادخل لوح عازل ثابت عزله (2) بين صفيحتي المتسعة الأولى) مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة) فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل والشحنة الكلية ؟

س11/ د1 2015/ متسعتان من ($C_1 = 4\mu F$) و ($C_2 = 8\mu F$) موصولتان على التوازي فأذا شحنت مجموعتهما بشحنة مقدارها (600μC) بواسطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه ، أحسب:

1- الشحنة المختزنة على اي من صفيحتي كل متسعة.

2- أدخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية فأصبحت المتسعة الثانية شحنتها (480μC) فما مقدار ثابت العزل (k)؟

س12/ د1خ 2015/ متسعة سعتها (2μF) والبعد بين لوحيها (0.1mm) شحنت بمصدر فرق جهده (30V) وأدخل عازل بين صفيحتيها أصبحت الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة (3×10^{-4}J) أحسب فرق الجهد للمتسعة بعد وضع العزل وثابت العزل للمادة العازلة؟

س13/ د1خ 2015/ متسعة سعتها (15μF) مشحونة بفرق جهد (300V) وربطت على التوازي مع متسعة أخرى غير مشحونة فأصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة (100V) أحسب:

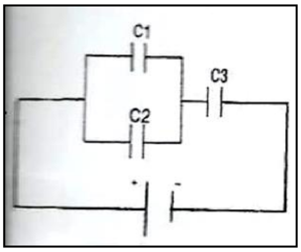
1.سعة المتسعة الثانية. 2. شحنة كل متسعة بعد الربط.

3. اذا وضع عازل بين صفيحتي المتسعة الاولى مادة عازلة اصبح فرق جهد المجموعة (75V) جد ثابت عزل تلك المادة.

س14/ د3 2015/متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ($C_1 = 3\mu F$, $C_2 = 6\mu F$) مربوطتان على التوالي، شحنت بشحنة كلية مقدارها (72μC) أحسب مقدار:

1.فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة. 2. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة.

س15/ د3م 2015/ **ثلاث متسعات مربوطة كما في الشكل** $(C_1 = 80\mu F ,\ C_2 = 40\mu F,\ C_3 = 60\mu F)$ $(\Delta V = 90V)$. **أحسب مقدار:** 1. **السعة المكافئة للمجموعة.** 2. **الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة.** 3. **الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة** (C_3).

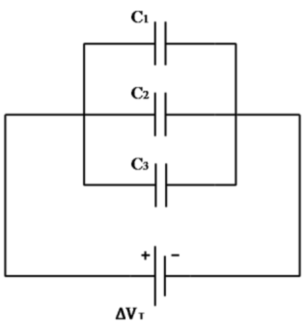
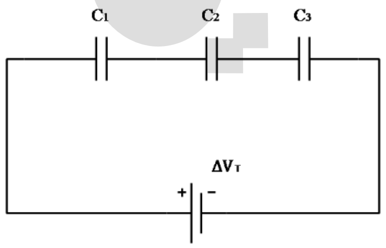


س16/ د1 خارج 2014/ **متسعتان** $(C_1 = 3\mu F ,\ C_2 = 6\mu F)$ **من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد بين قطبيها** $(6V)$**:**
1.**ما مقدار السعة المكافئة.** 2. **أحسب فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة.**

س17/ ت 2016/ **متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها** $(8\mu F)$ **ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها** $(10V)$ **:** 1- **ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة ؟.** 2- **اذا فصلت المتسعة عن البطارية وأدخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها ثابت العزل له يساوي** (2) **جد مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة و مقدار سعة المتسعة والعازل بين صفيحتيها ؟**

ملخص قوانين الفصل الاول

مقارنة	اذا كانت المتسعة متصلة بالمصدر	اذا كانت المتسعة منفصلة عن المصدر
1 السعة (C)	$C_k = K\,C$	$C_k = K\,C$
2 فرق الجهد (ΔV)	$\Delta V_k = \Delta V$	$\Delta V_k = \dfrac{\Delta V}{K}$
3 الشحنة (Q)	$Q_k = K\,Q$	$Q_k = Q$
4 المجال الكهربائي (E)	$E_k = E$	$E_k = \dfrac{E}{K}$
5 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي	$PE_k = K\ PE$	$PE_k = \dfrac{P.E}{K}$

مقارنة	ربط المتسعات على التوازي	ربط المتسعات على التوالي
1 السعة (C_{eq})	$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots C_n$	$\dfrac{1}{C_{eq}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2} + \dfrac{1}{C_3} + \cdots \dfrac{1}{C_n}$
2 فرق الجهد (ΔV_T)	$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$	$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \cdots \Delta V_n$
3 الشحنة (Q_T)	$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \cdots Q_n$	$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \cdots Q_n$
4 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي	$P.E_T = P.E_1 + P.E_2 + P.E_3 + \cdots P.E_n$	$P.E_T = P.E_1 + P.E_2 + P.E_3 + \cdots P.E_n$
5 متسعات متماثلة	$C_{eq} = n\,C$	$C_{eq} = \dfrac{C}{n}$
6 رسم الدائرة		

مقارنة	اذا كان العازل فراغ او هواء (قبل ادخال العازل) $K = 1$	اذا أدخل عازل غير الهواء والفراغ (بعد ادخال العازل) $K > 1$
متسعة واحدة		
1 السعة (C)	$C = \frac{Q}{\Delta V}$ ، $C = \frac{\epsilon_o A}{d}$	$C_k = \frac{Q_k}{\Delta V_k}$ ، $C_k = K\,C$ ، $C_k = K\frac{\epsilon_o A}{d}$
2 فرق الجهد (ΔV)	$\Delta V = \frac{Q}{C}$	$\Delta V_k = \Delta V$ في حالة المتسعة المتصلة بمصدر $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$ في حالة المتسعة المفصولة عن مصدر
3 الشحنة (Q)	$Q = \Delta V\,.\,C$	$Q_k = K\,Q$ في حالة المتسعة المتصلة بمصدر $Q_k = Q$ في حالة المتسعة المفصولة عن مصدر
4 المجال الكهربائي (E)	$E = \frac{\Delta V}{d}$	$E_k = E$ في حالة المتسعة المتصلة بمصدر $E_k = \frac{E}{K}$ في حالة المتسعة المفصولة عن مصدر
5 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي	$P.E = \frac{1}{2}\Delta V \times Q$ $P.E = \frac{1}{2} C\,.\,(\Delta V)^2$ $P.E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$	$P.E_k = \frac{1}{2}\Delta V_k \times Q_k$ $P.E_k = \frac{1}{2} C_k\,.\,(\Delta V_k)^2$ $P.E_k = \frac{1}{2}\frac{{Q_k}^2}{C_k}$
مجموعة متسعات مربوطة على التوالي اوالتوازي		
1 السعة (C)	$C_{eq} = \frac{Q_T}{\Delta V_T}$	$C_{eqk} = \frac{Q_{Tk}}{\Delta V_{Tk}}$ ، $C_k = K\,C$
2 فرق الجهد (ΔV)	$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}}$	$\Delta V_{Tk} = \Delta V_T$ في حالة المتسعة المتصلة بمصدر $\Delta V_{Tk} = \frac{\Delta V_T}{K}$ في حالة المتسعة المفصولة عن مصدر
3 الشحنة (Q)	$Q_T = \Delta V_T\,.\,C_{eq}$	$Q_{Tk} = C_{eqT}\,.\,\Delta V_{Tk}$ في حالة المتسعة المتصلة بمصدر $Q_{Tk} = Q_T$ في حالة المتسعة المفصولة عن مصدر
4 المجال الكهربائي (E)	....	....
5 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي	$P.E_T = \frac{1}{2}\Delta V_T \times Q_T$ $P.E_T = \frac{1}{2} C_{eq}\,.\,(\Delta V_T)^2$ $P.E_T = \frac{1}{2}\frac{{Q_T}^2}{C_T}$	$P.E_{Tk} = \frac{1}{2}\Delta V_{Tk} \times Q_{Tk}$ $P.E_{Tk} = \frac{1}{2} C_{eqk}\,.\,(\Delta V_{Tk})^2$ $P.E_{Tk} = \frac{1}{2}\frac{{Q_{Tk}}^2}{C_{Tk}}$

	مقارنة	المتسعة متصلة بالبطارية $\Delta V =$ ثابت	المتسعة مشحونة ومفصولة عن البطارية $Q =$ ثابت
	ادخال مادة عازلة ثابت عزلها K بين الصفيحتين		
1	السعة (C)	تزداد السعة بمقدار ثابت العزل K للوسط $C_k = K\,C$	تزداد السعة بمقدار ثابت العزل K للوسط $C_k = K\,C$
2	فرق الجهد (ΔV) $\Delta V = \frac{Q}{C}$	فرق الجهد ΔV يبقى ثابت لوجود مصدر	يقل فرق الجهد ΔV لانه السعة C تزداد (تناسب عكسي) بثبوت الشحنة Q ،
3	الشحنة (Q) $Q = \Delta V . C$	تزداد مقدار الشحنة Q لانه السعة تزداد (تناسب طردي) بثبوت فرق الجهد ΔV . $Q \alpha C$. $Q_k = K\,Q$	الشحنة Q تبقى ثابتة ، لانه المتسعة مفصولة عن البطارية
4	المجال الكهربائي (E) $E = \frac{\Delta V}{d}$	المجال الكهربائي (E) ثابت لثبوت فرق الجهد ΔV والبعد d	المجال الكهربائي (E) يقل بسبب نقصان فرق الجهد ΔV (تناسب طردي) بثبوت البعد (d) ، حيث يقل بمقدار ثابت العزل K ، $E_K = \frac{E}{K}$
5	الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي $PE = \frac{1}{2} \Delta V . Q$	تزداد بسبب الزيادة في الشحنة Q (تناسب طردي) بثبوت فرق الجهد ΔV $PE \alpha Q$	يقل بسبب نقصان في فرق الجهد ΔV (تناسب طردي) بثبوت الشحنة Q $PE \alpha \Delta V$
	تقليل البعد d بين الصفيحتين		
1	السعة (C) للفراغ $C = \frac{\epsilon_o A}{d}$ للوسط $C_K = K \frac{\epsilon_o A}{d}$	تزداد السعة C لان $(C \alpha \frac{1}{d})$	تزداد السعة C لان $(C \alpha \frac{1}{d})$
2	فرق الجهد (ΔV)	فرق الجهد ΔV يبقى ثابت لوجود مصدر	يقل فرق الجهد لانه السعة C تزداد (تناسب عكسي)
3	الشحنة (Q)	تزداد الشحنة (Q) لانها تتناسب طرديا مع C	الشحنة تبقى ثابتة, لانه المتسعة مفصولة عن البطارية
4	المجال الكهربائي (E) $E = \frac{\Delta V}{d}$	المجال الكهربائي (E) يزداد بسبب نقصان البعد (d) (تناسب عكسي) بثبوت فرق الجهد ΔV	المجال الكهربائي يبقى ثابت بسبب تغير كل من فرق الجهد ΔV والبعد (d)
5	الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي	يزداد بسبب زيادة مقدار الشحنة Q (تناسب طردي) بثبوت فرق الجهد ΔV	يقل بسبب نقصان في فرق الجهد ΔV (تناسب طردي) بثبوت الشحنة Q
	تقليل المساحة A المتقابلة للصفيحتين		
1	السعة (C)	تقل السعة C لانه $(C \alpha A)$	تقل السعة C لانه $(C \alpha A)$
2	فرق الجهد (ΔV)	فرق الجهد ΔV يبقى ثابت لوجود مصدر	فرق الجهد يزداد بسبب نقصان السعة (تناسب عكسي)
3	الشحنة (Q)	تقل الشحنة لانها تتناسب طرديا مع C $(Q \alpha C)$	الشحنة تبقى ثابتة ، لانه المتسعة مفصولة عن البطارية
4	المجال الكهربائي (E)	المجال الكهربائي (E) يبقى ثابت بسبب ثبوت كل من فرق الجهد (ΔV) والبعد (d)	المجال الكهربائي (E) يزداد بسبب زيادة فرق الجهد ΔV (تناسب طردي)
5	الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي	الطاقة المختزنة تقل بسبب نقصان مقدار الشحنة Q (تناسب طردي)	الطاقة المختزنة تزداد بسبب زيادة فرق الجهد ΔV (تناسب طردي)

أسئلة الفصل الاول

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين، مشحونة ومفصولة عن البطارية، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها، أدخلت مادة عازلة ثابت عزلها $(K = 2)$ ملأت الحيز بين الصفيحتين، فإن مقدار المجال الكهربائي (E_k) بين صفيحتيها بوجود المادة العازلة مقارنة مع مقداره (E) في حالة الهواء، يصير :

(a) $\frac{E}{4}$ (b) 2E   (c) E   (d) $\frac{E}{2}$

الجواب: (d) $\frac{E}{2}$

2- وحدة (Farad) تستعمل لقياس سعة المتسعة وهي لا تكافئ إحدى الوحدات الاتية:

(a) $\frac{(\text{Coulomb})^2}{\text{J}}$ (b) $\frac{\text{Coulomb}}{\text{V}}$ (c) $\text{Coulomb} \times \text{V}^2$ (d) $\frac{\text{J}}{\text{V}^2}$

الجواب: (c) $\text{Coulomb} \times \text{V}^2$

3- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين، سعتها C ، قربت صفيحتيها من بعضهما حتى صار البعد بينهما $(\frac{1}{3})$ ما كان عليه، فأن مقدار سعتها الجديدة يساوي :

(a) $(\frac{1}{3}C)$ (b) $(\frac{1}{9}C)$ (c) (3C)   (d) (9C)

الجواب: (c) (3C)

4- متسعة مقدارها $(20\mu F)$ ، لكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها $(2.5J)$ يتطلب ربطها بمصدر مستمر فرق جهده يساوي :

(a) 150 V   (b) 250 V   (c) 500 V   (d) 250 KV

الجواب: (c) 500 V

5- (2014 د3) متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(50\mu F)$ ، الهواء عازل بين صفيحتيها، اذا ادخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار $(60\mu F)$، فأن ثابت عزل تلك المادة يساوي

(a) 0.45   (b) 0.55   (c) 1.1   (d) 2.2

الجواب: (d) 2.2

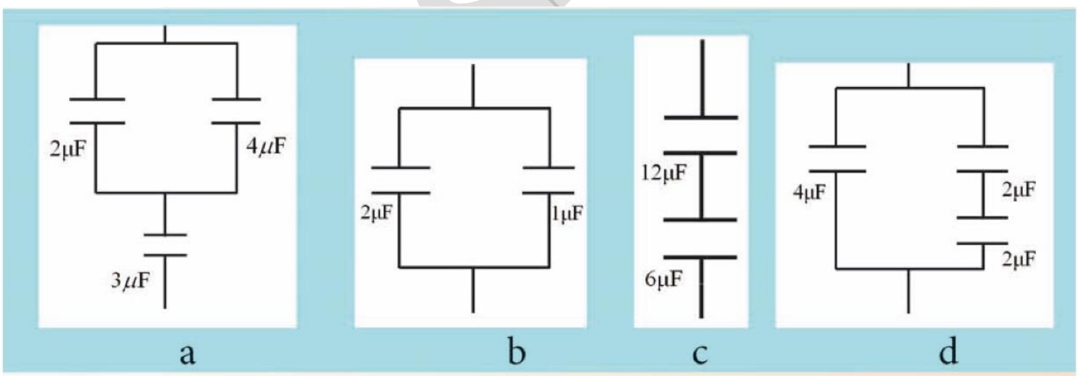
6- وأنت في المختبر تحتاج لمتسعة سعتها $(10\mu F)$ والمتوافر لديك مجموعة من المتسعات المتماثلة من ذوات السعة $(15\mu F)$، فإن عدد المتسعات التي تحتاجها وطريقة الربط التي تختارها هي :
(a) (العدد 4) تربط جميعا على التوالي .
(b) (العدد 6) تربط جميعا على التوازي .
(c) (العدد 3) إثنان منها تربط على التوالي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوازي .
(d) (العدد 3) إثنان منها تربط على التوازي ومجموعتهما تربط مع الثالثة على التوالي .

الجواب: (d) (العدد 3) إثنان منها تربطان على التوازي ومجموعتهما تربطها مع الثالثة على التوالي.

7- متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت، فإذا أبعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلا مع بقاء البطارية موصولة بالصفيحتين فإن مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين :
(a) يزداد والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد.
(b) يقل والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تقل .
(c) يبقى ثابتا والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تبقى ثابتة.
(d) يبقى ثابتا والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد.

الجواب: (b) يقل والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تقل .

8- للحصول على أكبر مقدار سعة مكافئة لمجموعة المتسعات في الشكل (1) نختار الدائرة المربوطة في الشكل :



الشكل 1

الجواب: (d)

9- متسعتان (C_1, C_2) ربطتا مع بعضهما على التوالي، ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية، وكان مقدار سعة الأولى أكبر من مقدار سعة الثانية، وعند مقارنة فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الأولى (ΔV_1) مع فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية (ΔV_2) نجد أن :
(a) ΔV_1 اكبر من ΔV_2
(b) ΔV_1 اصغر من ΔV_2
(c) ΔV_1 يساوي ΔV_2
(d) كل الاحتمالات السابقة، يعتمد كذلك على شحنة كل منهما.

الجواب: (b) ΔV_1 اصغر من ΔV_2

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

10- ثلاث متسعات $(C_1 ، C_2 ، C_3)$ مربوطة مع بعضها على التوازي، ومجموعتهم ربطت بين قطبي بطارية، كان مقدار سعاتها $(C_1 > C_2 > C_3)$. وعند مقارنة مقدار الشحنات $(Q_1 ، Q_2 ، Q_3)$ المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة، نجد أن :

(a) $Q_3 > Q_2 > Q_1$ (b) $Q_1 > Q_3 > Q_2$

(c) $Q_1 > Q_2 > Q_3$ (d) $Q_1 = Q_2 = Q_3$

الجواب: (c) $Q_1 > Q_2 > Q_3$

س2 عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة، وضح ماذا يحصل لكل من مقدار:

(د1 خارج 2013 ، د1 2015 نازحين) (a) الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها .

(د1 2013 ، د3 2014) (b) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بينصفيحتيها .

الجواب: (a) تتضاعف الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها عند مضاعفة فرق الجهد.

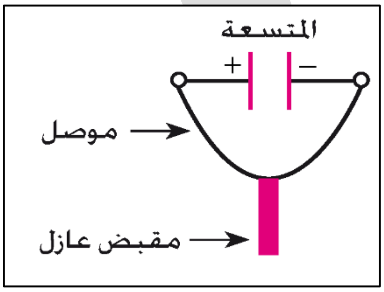
$$(Q = \Delta V \, . \, C)$$

(b) تزداد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي الى اربع امثال ما كانت عليه.

$$PE = \frac{1}{2} C \, . \, (\Delta V)^2$$

س3 متسعة مشحونة، فرق الجهد بين صفيحتيها عالٍ جدا (على الرغم من أنها مفصولة عن مصدر الفولطية) . تكون مثل هذه المتسعة ولفترة زمنية طويلة خطرة عند لمس صفيحتيها باليد مباشرة، ما تفسيرك لذلك؟ إذكر الإجراء اللازم إتخاذه لكي تتمكن من أن تلمس هذه المتسعة بيدك بأمان.

الجواب: تكمن خطورتها في ان مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها كبير جدا لأن فرق جهدها كبير جدا $(Q = \Delta V \, . \, C)$ ، وعند لمس صفيحتيها بوساطة اليد (الكف) مباشرة تتفرغ المتسعة من شحنتها حيث تُعدّ اليد مادة موصلة بين الصفيحتين.



ولكي نلمس هذه المتسعة باليد وبأمان يجب تفريغها من شحنتها بوساطة سلك من مادة موصلة مغلفة بمادة عازلة يوصل طرفاه بين صفيحتيها او نستعمل المفرغ الكهربائي أو المفك.

س4 **متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (الهواء عازل بين صفيحتيها) وضح كيف يتغير مقدار سعتها بتغير كل من العوامل التالية (مع ذكر العلاقة الرياضية التي تستند عليها في جوابك) :**

(a) المساحة السطحية للصفيحتين (b) البعد بين الصفيحتين (c) نوع الوسط العازل بين الصفيحتين

الجواب: على وفق العلاقة التالية $C_k = K\frac{\epsilon_o A}{d}$ فأن:

(a) تزداد سعة المتسعة C بأزدياد المساحة السطحية A لأن $C \alpha A$

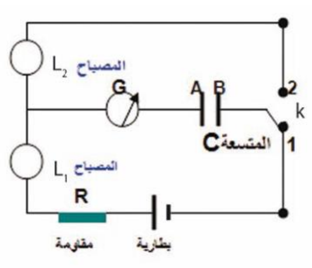
(b) تقل سعة المتسعة بإزدياد البعد (d) بين الصفيحتين لأن $C \alpha \frac{1}{d}$

(c) تزداد سعة المتسعة بإدخال مادة عازلة كهربائياً بين الصفيحتين لانه $C_k = K\,C$.

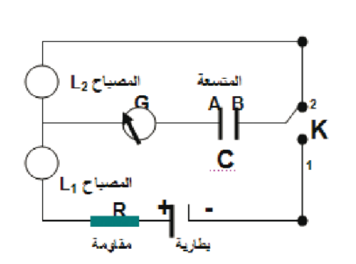
س5 (د2 2013) **إرسم مخططا لدائرة كهربائية (مع التأشير على أجزائها) توضح فيها :**

(a) عملية شحن المتسعة (د2 خاص 2014) **(b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها.** (ت 2014، د 3 2015)

الجواب:



(a) عملية شحن المتسعة .



(b) عملية تفريغ المتسعة من شحنتها .

س6 **لديك ثلاث متسعات متماثلة سعة كل منها C ومصدر للفولطية المستمرة، فرق الجهد بين قطبيه ثابت المقدار.**

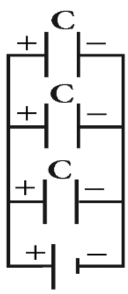
إرسم مخططاً لدائرة كهربائية تبين فيه الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جميعها في الدائرة للحصول على أكبر مقدار للطاقة الكهربائية يمكن إختزانه في المجموعة، ثم أثبت أن الترتيب الذي تختاره هو الأفضل .

الجواب: تربط المتسعات الثلاث على التوازي مع بعضها بين قطبي البطارية فتزداد السعة المكافئة للمجموعة.

$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$

$P.E = \frac{1}{2} C \cdot (\Delta V)^2 \Longrightarrow P.E \,\alpha\, C$

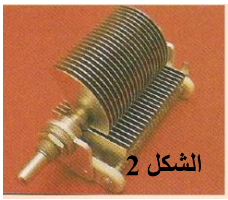
$\frac{P.E_T}{P.E_1} = \frac{C_{eq}}{C} = \frac{3\,C}{C} = 3 \Longrightarrow P.E_T = 3\, P.E_1$



فتزداد الطاقة المختزنة الى ثلاثة أمثال ماكانت عليه للمتسعة الواحدة

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س7 هل أن المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة الموضحة في الشكل (2) تكون مربوطة مع بعضها على التوالي؟ أم على التوازي؟ وضح ذلك.


الشكل 2

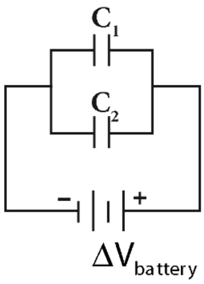
الجواب: مربوطة مع بعضها على التوازي. إذ تتألف من مجموعتين من الصفائح، إحداهما ثابتة والاخرى يمكن تدويرها حول محور. وعندما يراد شحن المتسعة تربط مجموعة الصفائح الثابتة بأحد قطبي البطارية (الموجب مثلا) ومجموعة الصفائح الدوارة تربط بالقطب الآخر (السالب مثلا). فتكون إحدى المجموعتين بجهد موجب والأخرى بجهد سالب، وهذه هي ميزة الربط على التوازي.

س8 ربطت المتسعة C_1 بين قطبي بطارية، وضح ماذا يحصل، لمقدار كل من فرق جهد بين صفيحتي المتسعة C_1 والشحنة المختزنة فيها لو ربطت متسعة أخرى C_2 غير مشحونة مع المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية مربوطة في الدائرة). وكانت طريقة الربط:

د1 2015 خارج العراق

أولا: على التوازي مع C_1

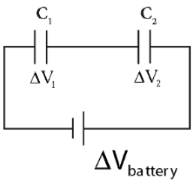
ثانيا: على التوالي مع C_1



الجواب:

أولا: فرق الجهد ΔV_1 بين صفيحتيها يبقى ثابتا لانه $(\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_{battery})$، وكذلك ايضا تكون الشحنة المختزنة في المتسعة الاولى C_1 ثابتة لثبوت فرق الجهد ΔV_1 والسعة C_1 وفقا للعلاقة $Q_1 = \Delta V_1 . C_1$.

ثانيا: فرق الجهد ΔV_1 بين صفيحتيها سيقل لان جهد البطارية سيتوزع على المتسعتين المربوطتين على التوالي:

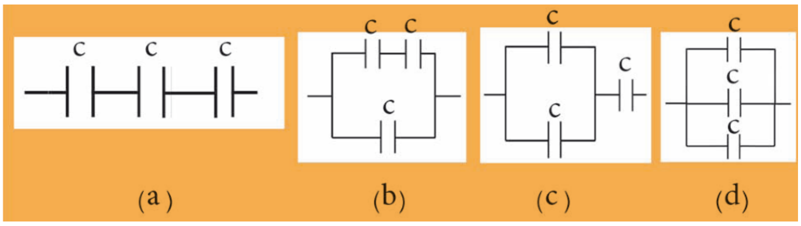


$$\Delta V_{battery} = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_{battery} + \Delta V_2 \Longrightarrow \Delta V_1 < \Delta V_{battery}$$

اما شحنتها فتقل ايضا بسبب نقصان فرق جهدها وفق العلاقة $Q_1 = \Delta V_1 . C_1$، وبثبوت السعة فأن $Q \propto \Delta V$

س9 في الشكل (3) المتسعات الثلاث متماثلة سعة كل منها (C)، رتب الاشكال الأربعة بالتسلسل من أكبر مقدار للسعة المكافئة للمجموعة الى أصغر مقدار:



شكل 3

الجواب: $(d) > (b) > (c) > (a)$

س10

a) (د2 2014) **أذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة، ووضح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق.**

الجواب:

1. المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي

الفائدة العملية منها : تجهز المصباح بطاقة تكفي لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع.

2. المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية

الفائدة العملية منها : تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية وبالتردد نفسه.

3. المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم حركة عضلات القلب.

الفائدة العملية منها : تفرغ طاقتها الكبيرة والمختزنة فيها في جسم المريض بفترة زمنية قصيرة جدا (بطريقة الصدمة الكهربائية) تحفز قلب المريض وتعيد إنتظام عمله.

b) **متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية، لو ملأ الحيز بين صفيحتيها بالماء النقي بدلاً من الهواء. فأن مقدار الجهد الكهربائي بين صفيحتيها سينخفض. ما تعليل ذلك ؟**

الجواب: بما ان المتسعة مفصولة عن المصدر فإن إدخال العازل يسبب نقصان مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين بنسبة ثابت العزل K فيقل فرق الجهد بنسبة K.

$$E_k = \frac{E}{K} \Longrightarrow \because E = \frac{\Delta V}{d} \Longrightarrow \Delta V \propto E$$ بثبوت البعد d بين الصفيحتين

$$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K}$$

c) (د1 2013 ، د3م 2015) **اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من إدخال مادة عازلة كهربائية تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلاً من الفراغ.**

الجواب: إدخال مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتي المتسعة يحقق فائدتين عمليتين :

الأولى : زيادة سعة المتسعة $C_k = K\,C$

الثانية : منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كبير بين صفيحتيها.

d) (د1 2015 نازحين) **ما العامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب أثناء استعمالها؟**

الجواب: يتغير البعد بين الصفيحتين (عند الضغط على المفتاح يقل البعد) ، فتزداد بذلك سعة المتسعة وتغيير مقدار سعة المتسعة الموضوعة تحت ذلك المفتاح وعندها يحصل التعرف على الحرف المطلوب بتعيين الحرف المطلوب في اللوحة.

e) ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي (The Defibrillator) المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز وإعادة إنتظام عمل قلب المريض ؟

الجواب: الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الموضوعة في الجهاز .

f) ما التفسير الفيزيائي لكل من :

1. **إزدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي .**

الجواب: بسبب زيادة المساحة السطحية للمتسعة المكافئة للتوازي $C \propto A$

2. (ت 2014) **نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي .**

الجواب: سبب زيادة البعد بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة للتوالي على وفق العلاقة $C \propto \frac{1}{d}$

س11 علل ما يلي :

a- (د2 2015) **المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحا مفتوحا؟**

الجواب: لأن المتسعة عندما تُشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة منها مساوياً لجهد القطب المتصل بالبطارية وهذا يعني أن فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد المتسعة ΔV ، وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفراً ، وعندئذ يكون التيار في الدائرة يساوي صفراً .

b- (ت 2013 ، ت 2015، د2 2015) **يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عد ادخال مادة عازلة بين صفيحتيها؟**

الجواب: بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) يعاكس بالاتجاه المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة E فيكون المجال المحصل $E_k = E - E_d$ فيقل بنسبة ثابت العزل للمادة $E_k = \frac{E}{K}$.

c- (د2 2013 ، د3م 2015) **يحدد مقدار أقصى فرق جهد كهربائي يمكن أن تعمل عنده المتسعة؟**

الجواب: لمنع الإنهيار الكهربائي المبكر للعازل بين الصفيحتين نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها وهذا يعني تلف المتسعة.

س12 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها، شحنت بوساطة بطارية ثم فصلت عنها، وعندما ادخل لوح عازل كهربائيا ثابت عزله $(K = 2)$ بين صفيحتيها، ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب):

a) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها.
b) سعتها.
c) فرق الجهد بين صفيحتيها.
d) المجال الكهربائي بين صفيحتيها.
e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

الجواب:

a) الشحنة المختزنة تبقى ثابتة، لأن المتسعة مفصولة عن البطارية.
b) سعتها تزداد الى الضعف، على وفق العلاقة: $C_k = K\,C = 2C$
c) فرق الجهد بين الصفيحتين يقل الى نصف ما كان عليه، على وفق العلاقة: $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{K} = \frac{1}{2}\Delta V$
d) يقل المجال الكهربائي الى نصف ما كان عليه، على وفق العلاقة: $E_k = \frac{E}{K} = \frac{1}{2}E$
e) تقل الطاقة الى ضعف ما كانت عليه ، على وفق العلاقة: $P.E = \frac{1}{2}C.(\Delta V)^2$

$$\frac{P.E_k}{P.E} = \frac{\frac{1}{2}C_k.(\Delta V_k)^2}{\frac{1}{2}C.(\Delta V)^2} = \frac{\frac{1}{2}\times 2C\times(\frac{1}{2}\Delta V)^2}{\frac{1}{2}C\times(\Delta V)^2} = \frac{(\frac{1}{2}\Delta V)^2}{(\Delta V)^2} = \frac{1}{2} \quad\Rightarrow\quad P.E_k = \frac{1}{2}P.E$$

س13 (د2 2014) متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها، ربطت بين قطبي بطارية وعندما ادخل عازل كهربائي ثابت عزله $(K = 6)$ والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية، ماذا يحصل لكل من الكميات التالية للمتسعة (مع نكر السبب):

a) فرق الجهد بين صفيحتيها.
b) سعتها
c) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها.
d) المجال الكهربائي بين صفيحتيها.
e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

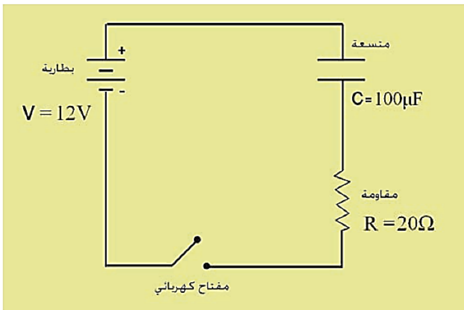
الجواب:

a) فرق الجهد بين صفيحتيها يبقى ثابتاً ويساوي فرق جهد البطارية $(\Delta V_{battery} = \Delta V)$ (لأن المتسعة متصلة بالبطارية).
b) تزداد سعة المتسعة الى ستة امثال ماكانت عليه $(C_k = K\,C = 6\,C)$
c) تزداد سعة المتسعة الى ستة امثال ما كانت عليه $(Q_k = K\,Q = 6\,Q)$
d) المجال الكهربائي يبقى ثابتا لثبوت كل من فرق الجهد الكهربائي ΔV والبعد d بين الصفيحتين على وفق العلاقة: $E = \frac{\Delta V}{d}$
e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها تزداد الى ستة أمثال ما كانت عليه على وفق العلاقة"

$$\frac{P.E_k}{P.E} = \frac{\frac{1}{2}C_k.(\Delta V)^2}{\frac{1}{2}C.(\Delta V)^2} = \frac{C_k}{C} = \frac{6\,C}{C} = 6 \quad\Rightarrow\quad P.E_k = 6\,P.E$$

مسائل الفصل الاول

س1 د1 2013 من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية في الشكل (40) إحسب:



(a) المقدار الأعظم لتيار الشحن، لحظة إغلاق المفتاح .

(b) مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من إغلاق المفتاح (بعد اكتمال عملية الشحن).

(c) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة.

(d) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة.

الحل

(a) $I_{max} = \frac{V_{battery}}{R} = \frac{12}{20} = 0.6\ A$

(b) $\Delta V_{battery} = \Delta V_C = 12\ V$

(c) $Q = \Delta V . C = 12\ V \times 100\mu F = 1200\mu c$

(d) $P.E = \frac{1}{2} C\ (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-6} \times (12)^2 = 7.2 \times 10^{-3}\ J$

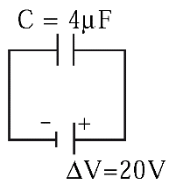
س2 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(4\mu F)$ ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(20V)$:

1- ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة ؟

2- اذا فصلت المتسعة عن البطارية وأدخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها الى $(10V)$ ، فما مقدار ثابت العزل للوح العازل؟ وما مقدار سعة المتسعة والعازل بين صفيحتيها ؟

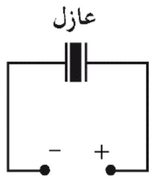
الحل

1- $Q = \Delta V . C = 20 \times 4 \times 10^{-6} = 80\mu C$



2- $K = \frac{\Delta V}{\Delta V_k} = \frac{20}{10} = 2$

$C_k = K\ C = 2 \times 4 = 8\mu C$



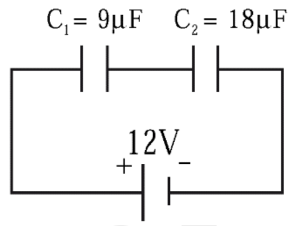
س3 متسعتان $(C_1 = 9\mu F, C_2 = 18\mu F\ )$ من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي، ربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها $(12V)$.

a- إحسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها.

b- أدخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (4) بين صفيحتي المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة)، فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها بعد إدخال العازل.

الحل

a- $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{2+1}{18} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6} \Longrightarrow C_{eq} = 6\mu F$



$Q_{total} = \Delta V_{total} \cdot C_{eq} = 6 \times 12 = 72\mu C$

$Q_1 = Q_2 = Q_{total} = 72\mu C$

$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{72}{9} = 8V$

$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{72}{18} = 4V$

$P.E_1 = \frac{1}{2} C_1 . (\Delta V_1)^2 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-6} \times (8)^2 = 288 \times 10^{-6}\ J$

$P.E_2 = \frac{1}{2} C_2 . (\Delta V_2)^2 = \frac{1}{2} \times 18 \times 10^{-6} \times (4)^2 = 144 \times 10^{-6}\ J$

b- $C_{1k} = K\, C_1 = 4 \times 9 = 36\mu F$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1k}} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{36} + \frac{1}{18} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12} \Longrightarrow C_{eq} = 12\mu F$

$\Delta V_{Tk} = \Delta V_T = 12V$

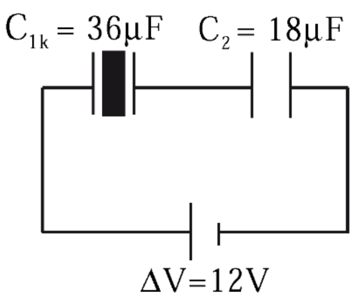
$Q_{total} = \Delta V_{Tk} . C_{eqk} = 12 \times 12 = 144\mu C$

$Q_{1(k)} = Q_2 = Q_{total} = 144\mu C$

$\Delta V_{1k} = \frac{Q_{1k}}{C_{1k}} = \frac{144}{36} = 4V$ ، $\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{144}{18} = 8V$

$P.E_{1k} = \frac{1}{2} C_{1k} . (\Delta V_{1k})^2 = \frac{1}{2} \times 36 \times 10^{-6} \times (4)^2 = 288 \times 10^{-6}\ J$

$P.E_2 = \frac{1}{2} C_2 . (\Delta V_2)^2 = \frac{1}{2} \times 18 \times 10^{-6} \times (8)^2 = 576 \times 10^{-6}\ J$



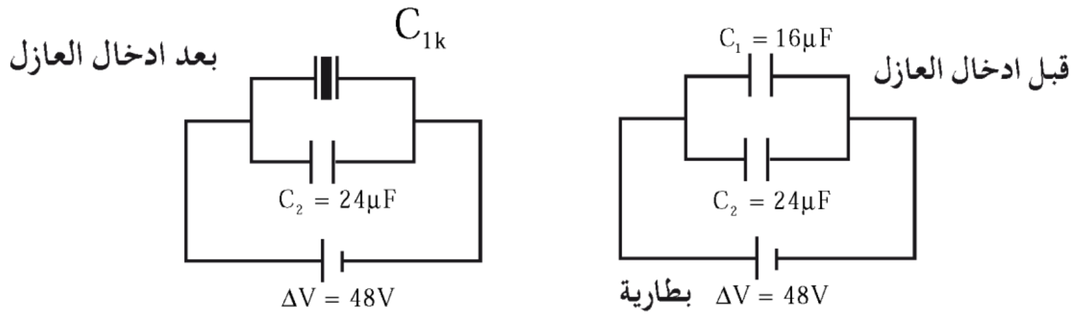
د1خارج 2013 س4
د2خاص 2014

متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 16\mu F\ , C_2 = 24\mu F)$ **، مربوطتان مع بعضهما على التوازي، ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية، فرق الجهد بين قطبيها** $(48V)$ **، اذا ادخل لوحاً من مادة عازلة ثابت عزلها** (K) **بين صفيحتي المتسعة الأولى ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية، فإذا كانت الشحنة الكلية** $(3456\mu C)$ **فما مقدار:**

(a) **ثابت العزل** (K) .

(b) **الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد إدخال العازل .**

الحل



a- $\Delta V_{Tk} = \Delta V_T = 48V$

$C_{eqk} = \frac{Q_{Tk}}{\Delta V} = \frac{3456}{48} = 72\mu F$

$C_{eqk} = C_{1k} + C_2 \Rightarrow C_{1k} = C_{eqk} - C_2 = 72 - 24 \Rightarrow C_{1k} = 48\mu F$

$k = \frac{C_{1k}}{C_1} = \frac{48}{16} = 3$

b- $\Delta V_{battery} = \Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V = 48V$

$Q_1 = \Delta V \, . C_1 = 48 \times 16 = 768\mu C$ ، $Q_2 = \Delta V \, . C_2 = 48 \times 24 = 1152\mu C$

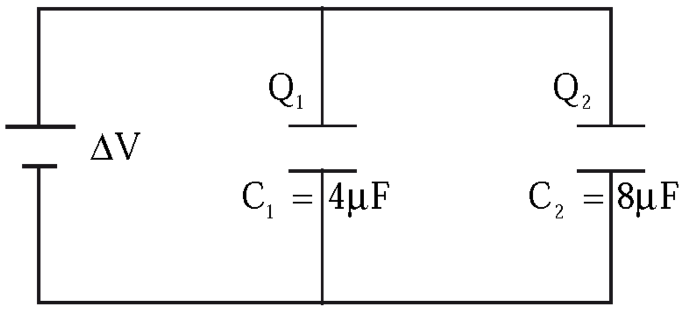
$Q_{1K} = \Delta V \, . C_{1k} = 48 \times 48 = 2304\mu C$ ، $Q_2 = \Delta V \, . C_2 = 48 \times 24 = 1152\mu C$

س5 د2 2013، د3 2015 متسعتان $(C_1 = 4\mu F ,\ C_2 = 8\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، فإذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $(600\mu C)$ بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

a- إحسب لكل متسعة مقدار شحنتها وفرق الجهد بين صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

b- أدخل لوح من مادة عازلة كهربائيا ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية، فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة وفرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل ؟

الحل



a- $C_{eq} = C_1 + C_2 = 4 + 8 = 12\mu F$ ، $\Delta V = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{600}{12} = 50V = \Delta V_1 = \Delta V_2$

$Q_1 = \Delta V . C_1 = 50 \times 4 = 200\mu C$ ، $Q_2 = \Delta V . C_2 = 50 \times 8 = 400\mu C$

$P.E_1 = \frac{1}{2} C_1 . (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (50)^2 = 5 \times 10^{-3}\ J$

$P.E_2 = \frac{1}{2} C_2 . (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-6} \times (50)^2 = 10^{-2}\ J$

b- $C_{2k} = K\, C_2 = 2 \times 8 = 16\mu F$ ، $C_{eqk} = C_1 + C_{2k} = 4 + 16 = 20\mu F$

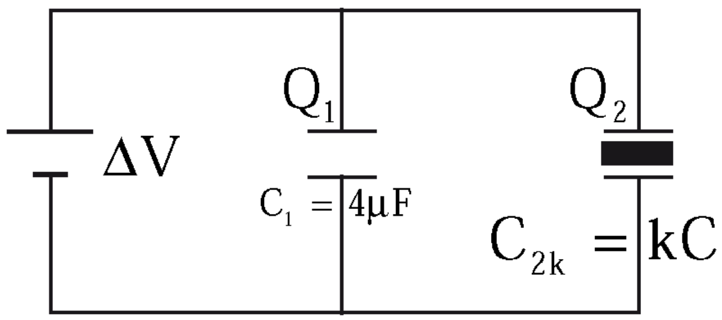
$Q_{Tk} = Q_T = Q_1 + Q_2 = 200 + 400 = 600\mu C$

$\Delta V = \frac{Q_{Tk}}{C_{eqK}} = \frac{600\ \mu C}{20\ \mu F} = 30V = \Delta V_1 = \Delta V_{2k}$

$Q_1 = \Delta V . C_1 = 30 \times 4 = 120\mu C$ ، $Q_{2k} = \Delta V . C_{2k} = 30 \times 16 = 480\mu C$

$P.E_1 = \frac{1}{2} C_1 . (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-6} \times (30)^2 = 1800 \times 10^{-6} = 18 \times 10^{-4}\ J$

$P.E_{2k} = \frac{1}{2} C_{2k} . (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} \times 16 \times 10^{-6} \times (30)^2 = 72 \times 10^{-4}\ J$



س6

لديك ثلاث متسعات سعاتها $(C_1 = 6\mu F,\ C_2 = 9\mu F, C_3 = 18\mu F)$ ومصدرا للفولطية المستمرة فرق الجهد بين طرفيه $(6V)$. وضح مع رسم مخطط للدائرة الكهربائية كيفية ربط المتسعات الثلاث مع بعضها للحصول على :

a- **أكبر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة ؟**

b- **أصغر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة ؟**

الحل

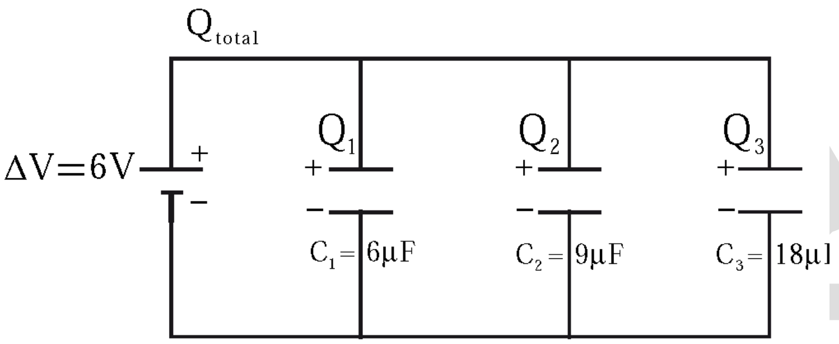
a- $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 = 6 + 9 + 18 = 33\mu F$

$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = 6V$

$Q_1 = \Delta V \,.C_1 = 6 \times 6 = 36\mu C$ ، $Q_2 = \Delta V \,.C_2 = 6 \times 9 = 54\mu C$

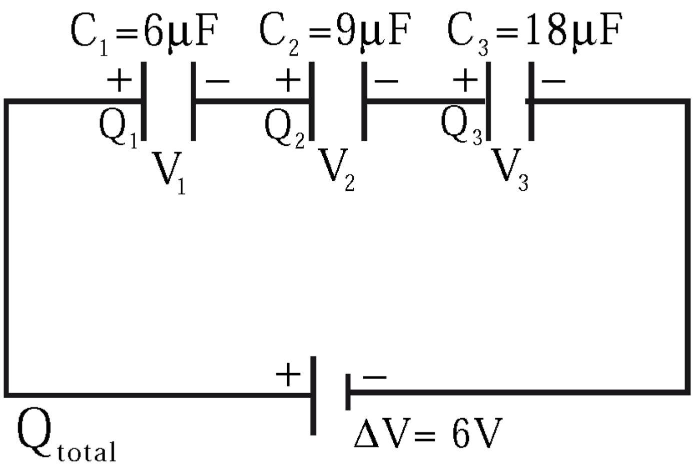
$Q_3 = \Delta V \,.C_3 = 6 \times 18 = 108\mu C$

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 36 + 54 + 108 = 198\mu C$

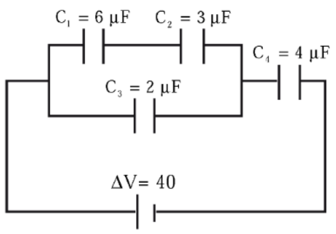


b- $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18} = \frac{3+2+1}{18} = \frac{6}{18} = \frac{1}{3} \Longrightarrow C_{eq} = 6\mu F$

$Q_T = \Delta V_T \,.C_{eq} = 6 \times 3 = 18\mu C = Q_1 = Q_2 = Q_3$



س7 **أربع متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل إحسب مقدار: السعة المكافئة.**



a- الشحنة المختزنة في كل متسعة.

b- الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة $C_4 = 6\mu F$.

الحل

a- $\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{1}{2} \Longrightarrow C_{1,2} = 2\mu F$

$C_{(1,2),3} = C_{1,2} + C_3 = 2 + 2 = 4\mu F$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{(1,2),3}} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Longrightarrow C_{eq} = 2\mu F$

b- $Q_T = \Delta V_T \cdot C_{eq} = 40 \times 2 = 80\mu C = Q_{(1,2),3} = Q_4$

$\Delta V_{(1,2),3} = \frac{Q_{(1,2),3}}{C_{(1,2),3}} = \frac{80\ \mu C}{4\ \mu F} = 20V = \Delta V_{1,2} = \Delta V_3$

$Q_{1,2} = \Delta V_{1,2} \cdot C_{1,2} = 20 \times 2 = 40\mu C = Q_1 = Q_2$

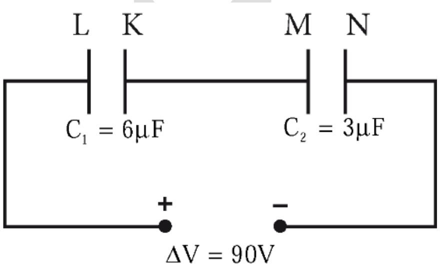
$Q_3 = \Delta V_3 \cdot C_3 = 20 \times 2 = 40\mu C$

c- $P.E_4 = \frac{1}{2}\frac{{Q_4}^2}{C_4} = \frac{1}{2} \times \frac{(80\times10^{-6})^2}{4\times10^{-6}} = \frac{6400\times10^{-12}}{8\times10^{-6}} = 800 \times 10^{-6} = 8 \times 10^{-4}\ J$

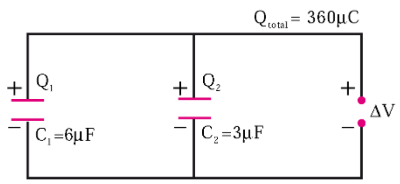
س8 **متسعتان** $(C_1 = 6\mu F\ ,\ C_2 = 3\mu F)$ **ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما (90V) كما في الشكل (a) ، فإذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة ثم آعيد ربطهما مع بعض**

أولا : كما في الشكل(b) ، بعد ربط الصفائح المتماثلة الشحنة مع بعضهما.

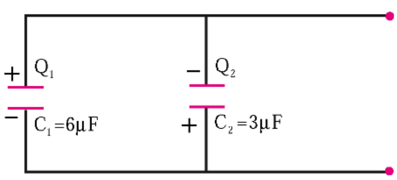
ثانيا : كما في الشكل(c) بعد ربط الصفائح المختلفة الشحنة للمتسعتين مع بعضها . ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة في الشكلين (b) و (c).



الشكل a



الشكل b



الشكل c

الحل

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{1}{2} \Longrightarrow C_{eq} = 2\mu F$$

$$Q_T = \Delta V_T \,.\, C_{eq} = 90 \times 2 = 180\mu C = Q_1 = Q_2$$

1) $Q_T = Q_1 + Q_2 = 180 + 180 = 360\mu C$

$C_{eq} = C_1 + C_2 = 6 + 3 = 9\mu F$

$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = \frac{360\mu C}{9\mu F} = 40V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

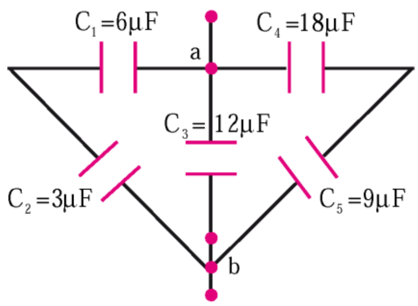
$Q_1 = \Delta V \,.\, C_1 = 40 \times 6 = 240\mu C$ ، $Q_2 = \Delta V \,.\, C_2 = 40 \times 3 = 120\mu C$

2) $Q_T = Q_1 - Q_2 = 180 - 180 = 0$

$\Delta V_T = \frac{Q_T}{C_{eq}} = 0$

$Q_1 = \Delta V \,.\, C_1 = 0$, $Q_2 = \Delta V \,.\, C_2 = 0$

س9 د2 2014 في الشكل التالي :



a) أحسب السعة المكافئة للمجموعة.

b) اذا سلط فرق جهد كهربائي مستمر (20V) بين النقطتين (a) و (b) فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة؟

c) ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة؟

الحل

a) $C_{1,2} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3\times6}{3+6} = \frac{18}{9} = 2\mu F$

$C_{4,5} = \frac{C_4 C_5}{C_4 + C_5} = \frac{18\times9}{18+9} = \frac{162}{27} = 6\mu F$

$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 + C_{4,5} = 2 + 12 + 6 = 20\mu F$

b) $Q_T = \Delta V_T \,.\, C_{eq} = 20 \times 20 = 400\mu C$

c) $Q_{1,2} = \Delta V \,.\, C_{1,2} = 20 \times 2 = 40\mu C = Q_1 = Q_2$

$Q_3 = \Delta V \,.\, C_3 = 20 \times 12 = 240\mu C$

$Q_{4,5} = \Delta V \,.\, C_{4,5} = 20 \times 6 = 120\mu C = Q_4 = Q_5$

حلول اسئلة فكر

س1 يقول صديقك ان المتسعة المشحونة تختزن شحنة مقدارها يساوي كذا،وانك تقول ان المتسعة المشحونة تكون شحنتها الكلية تساوي صفرا، ومدرسك يقول ان كلا منكما قوله صحيح ! وضح ذلك ؟

الجواب ان المتسعة المشحونة تختزن شحنة موجبة $(+Q)$ في احدى صفيحتيها وتختزن شحنة سالبة $(-Q)$ في الصفيحة الاخرى وبالمقدار نفسه.

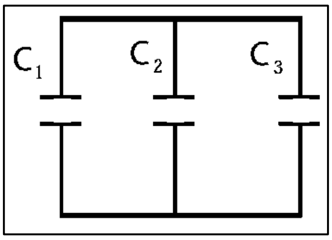
فيكون صافي الشحنة الكلية (الشحنة Q_{total}) المختزنة في المتسعة يساوي صفرا لأن:

$$Q_{total} = +Q + (-Q) = 0$$

س2 ماطريقة ربط مجموعة من المتسعات ؟

1. لكي نحصل على سعة مكافئة كبيرة المقدار يمكن بوساطتها تخزين شحنة كهربائية كبيرة المقدار وبفرق جهد واطئ، لايمكن الحصول على ذلك باستعمال متسعة واحدة .
2. لكي يكون بالامكان وضع فرق جهد كبير عبر طرفي المجموعة قد لاتتحمله المتسعة المنفردة .

الجواب



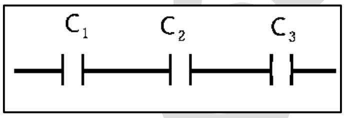
1. تربط مجموعة المتسعات على التوازي مع بعضها فتزداد السعة المكافئة (C_{eq}) وذلك على وفق العلاقة الاتية :

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

فيكون مقدار السعة المكافئة (C_{eq}) اكبر من مقدار سعة اي متسعة مربوطة في المجموعة.

وفي حالة ربط التوازي يبقى فرق الجهد الكلي (V_{total}) ثابتا ويكون مساويا لفرق جهد المتسعة الواحدة.

$$\Delta V_T = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V$$



2. تربط مجموعة المتسعات على التوالي مع بعضها فتقل السعة المكافئة (C_{eq}) وذلك على وفق العلاقة الاتية:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

وفي حالة ربط المتسعات على التوالي يكون مقدار فرق الجهد الكلي (V_{total}) للمجموعة اكبر من مقدار فرق جهد اي متسعة منفردة.

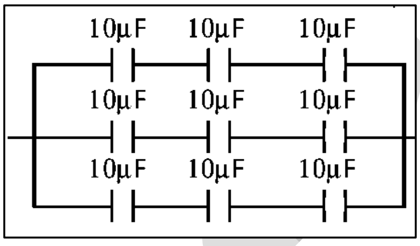
$$\Delta V_T = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3$$

س3 اذا طلب منك ربط تسع متسعات متماثلة السعة كل منها $(10\mu F)$ جميعها مع بعض للحصول على سعة مكافئة مقدارها $(10\mu F)$. وضح طريقة الربط وارسم مخططا تبين فيه ذلك .

الجواب **نعم يمكن**

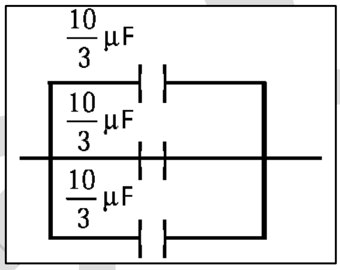
يكون الربط بطريقتين :

1. **اما تربط المجموعة بثلاثة صفوف متوازية وبكل صف ثلاث متسعات مربوطة على التوالي .**



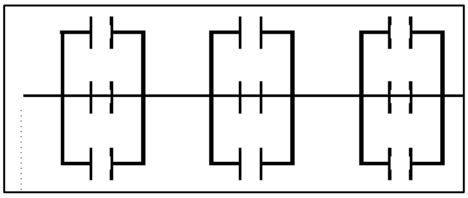
$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{3}{10}$$

$$C' = \frac{10}{3}\,\mu F$$

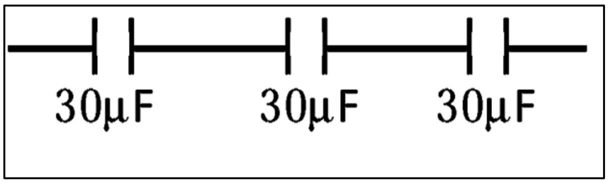


$$C_{eq} = \frac{10}{3} + \frac{10}{3} + \frac{10}{3} = \frac{30}{3} = 10\ \mu F$$

2. **او تربط كل ثلاث متسعات مع بعضها على التوازي بثلاث مجموعات. ثم تربط المجموعات الثلاث مع بعضها على التوالي.**



$$C' = C_1 + C_2 + C_3 = 10 + 10 + 10 = 30\ \mu F$$



س4 المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد كمفتاح مفتوح؟

الجواب **لان المتسعة عندما تشحن بكامل شحنتها يكون جهد كل صفيحة منها مساويا لجهد القطب المتصل بالبطارية وهذا يعني ان فرق جهد البطارية يساوي فرق جهد المتسعة، وهذا يجعل فرق الجهد بين طرفي المقاومة في الدائرة يساوي صفراً وعند اذن يكون التيار يساوي صفر، فتعد المتسعة مفتاحا مفتوحا .**

الفصل الثاني

الحث الكهرومغناطيسي

Electromgnetic Induction

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الثاني الحث الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Induction)

س/ اين يستعمل المغناطيس الكهربائي؟

ج/ 1. يستخدم في رفع قطع الحديد الثقيلة.

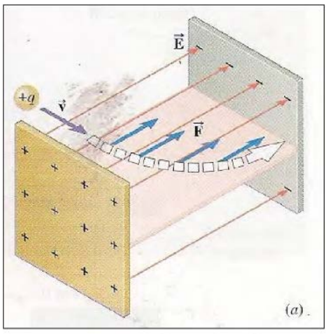
2. يستخدم في معظم الاجهزة الكهربائية مثل (المولد ، المحرك ، مولد الصوت ، المسجل الصوتي والصوري ، القيثارة ، الحاسوب ، الرنين المغناطيسي ، تسيير القطارات فائقة السرعة).

س/ أين يتولد المجال المغناطيسي؟

ج/ 1. يتولد حول الشحنات الكهربائية المتحركة. 2. يتولد حول المغانط الدائمة.

تأثير كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة خلاله

1. تأثير المجال الكهربائي على جسيم مشحون



شكل (2) يوضح تأثير القوة الكهربائية في جسيم موجب الشحنة

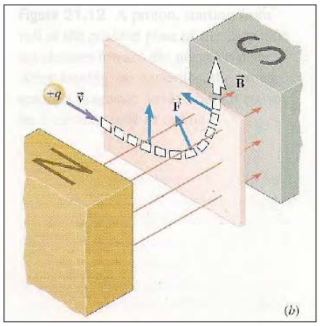
أذا تحرك جسيم مشحون بشحنة $(+q)$ بأتجاه عمودي على خطوط مجال كهربائي منتظم $(\vec{E})$ ، فأن هذا الجسيم سيتأثر بقوة كهربائية $(\vec{F}_E)$ **بمستوي موازي** لخطوط المجال الكهربائي.

تعطى القوة الكهربائية بالعلاقة الآتية:

مقدارا $F_E = qE$ اتجاها $\vec{F}_E = q\vec{E}$

- تقاس القوة الكهربائية بوحدة النيوتن (N) ، اما وحدة المجال الكهربائي فتقاس بوحدة $\frac{N}{C}$.

2. تأثير المجال المغناطيسي على جسيم مشحون



شكل (3) يوضح تأثير القوة المغناطيسية في جسيم موجب الشحنة

أذا تحرك جسيم مشحون بشحنة $(+q)$ بأتجاه عمودي على خطوط المجال المغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ ، فأن هذا الجسيم سيتأثر بقوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ **بمستوي عمودي** على ذلك الفيض وسينحرف الجسيم عن مساره الاصلي ويتخذ مسارا دائريا وذلك لكون القوة المغناطيسية تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة $\vec{V}$.

تعطى القوة المغناطيسية بالعلاقة الآتية:

مقدارا $F_B = q\,v\,B\sin\theta$ اتجاها $\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$

- حيث ان (θ) تمثل الزاوية بين متجه السرعة $(\vec{V})$ ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$.
- كثافة الفيض المغناطيسي (او شدة المجال المغناطيسي) (B) تقاس بوحدة الـ (تسلا Tesla) والتي يرمز لها بـ (T) ، وهناك وحدة أصغر هي (الكاوس Gauss) حيث $(G = 10^{-4}T)$ وفي النظام الدولي للوحدات تتمثل ب $(T = \frac{N}{A.m})$ وايضا تقاس بوحدة $(T = \frac{wb}{m^2})$.

س/ كيف تؤثر القوة المغناطيسية $(\vec{F}_B)$ على المستوي الذي يحتوي $(\vec{B}\,,\vec{V})$ ؟

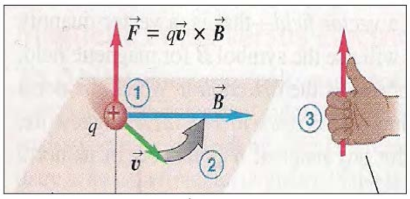
ج/القوة المغناطيسية تؤثر دائماً في اتجاه عمودي على المستوي الذي يحتوي كل من $(\vec{B}\,,\vec{V})$.

س/ هل تتولد قوة مغناطيسية اذا كان متجه السرعة موازيا لمتجه كثافة الفيض المغناطيسي؟ ولماذا؟

ج/ كلا . لا تتولد قوة مغناطيسية في حالة اذا كان متجه $\vec{V}$ موازيا لمتجه $\vec{B}$ ، لانه الزاوية $\theta = 0^0$ فيكون $\sin\theta = 0$ اذن تكون $F_B = 0$.

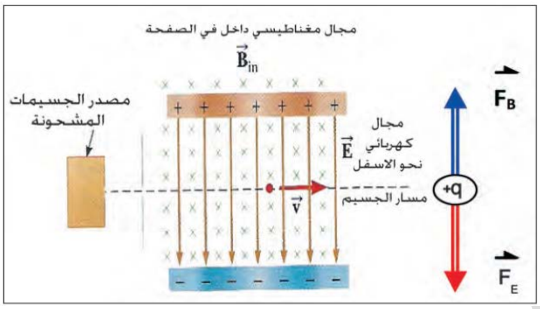
س/ كيف يمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية $(\vec{F}_B)$ المؤثرة في شحنة موجبة متحركة في مجال مغناطيسي؟

ج/ نطبق قاعدة الكف اليمنى (اذا دورت اصابع الكف اليمنى من اتجاه السرعة $(\vec{V})$ نحو اتجاه المجال المغناطيسي $(\vec{B})$ فيشير الابهام الى اتجاه القوة $(\vec{F}_B)$).



3. تأثير المجال الكهربائي و المجال المغناطيسي على جسيم مشحون

عندما يقذف جسيم مشحون بشحنة موجبة $(+q)$ بسرعة $(\vec{v})$ باتجاه عمودي على كل من المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي المتعامدين مع بعضهما فأن هذا الجسيم سيتأثر بقوتين إحداهما كهربائية $(\vec{F}_E)$ التي يؤثر فيها المجال الكهربائي $(\vec{E})$ ، والتي تعطى بالعلاقة التالية $(\vec{F}_E = q\vec{E})$ والأخرى قوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ يؤثر فيها المجال المغناطيسي $(\vec{B})$ ، والتي تعطى بالعلاقة التالية $(\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B}))$ وبما ان القوة المغناطيسية تكون عمودية على كل من $(\vec{B}\,,\vec{V})$ لذلك فهي اما ان تكون باتجاه القوة الكهربائية $(\vec{F}_E)$ او بأتجاه معاكس لها (لاحظ الشكل). وأن محصلة القوتين الكهربائية $(\vec{F}_E)$ والمغناطيسية $(\vec{F}_B)$ تدعى قوة لورنز.



تعطى قوة لورنز وفقا العلاقة الاتية: $\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$

س/ ت 2013، د3 2015، ت 2016/ ما المقصود بقوة لورنز ؟ وكيف تتولد ؟ وأين تستثمر؟

قوة لورنز وهي محصلة القوتين الكهربائية $\vec{F}_E$ والمغناطيسية $\vec{F}_B$ تؤثران في شحنة كهربائية متحركة عموديا على المجالين الكهربائي $\vec{E}$ والمغناطيسي $\vec{B}$ المتعامدين مع بعضهما. $\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$

تتولد عند قذف جسيم مشحون بشحنة كهربائية موجبة $(+q)$ متحركة بسرعة $(\vec{V})$ وعموديا على المجال الكهربائي والمغناطيسي المتعامدين مع بعضهما.

وتستثمر قوة لورنز في التطبيقات العملية منها (انبوبة الاشعة الكاثودية للتحكم في مسار الحزمة الالكترونية الساقطة على الشاشة).

س/ على ماذا تعتمد قوة لورنز؟

ج/ تعتمد على محصلة القوتين الكهربائية والمغناطيسية.

س/ ماذا يحصل اذا تحرك جسيم مشحون بشحنة موجبة [q+] وبسرعة [$\vec{v}$] بأتجاه عمودي على خطوط:

1) مجال كهربائي [$\vec{E}$] منتظم. (د3 2014) 2) مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه [$\vec{B}$]. (د1 2013)

3) مجال كهربائي منتظم ومجال مغناطيسي منتظم في آن واحد ومتعامدين مع بعضهما.

ج/ 1) سيتأثر الجسيم بقوة كهربائية ($\vec{F}_E = q\vec{E}$) **بمستوي موازي** لخطوط المجال الكهربائي.

2) سيتأثر الجسيم بقوة مغناطيسية ($\vec{F}_B = q(v \times \vec{B})$) **بمستوي عمودي** على فيضه وسيتحرك الجسيم على مسار دائري وذلك لكون القوة المغناطيسية تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة $\vec{V}$ للجسيم.

3) سيتأثر الجسيم بمحصلة القوتين ($\vec{F}_E, \vec{F}_B$) والتي تسمى **قوة لورنز**

وفي هذه الحالة يكون متجه القوة المغناطيسية ($\vec{F}_B$) معاكسا لمتجه القوة الكهربائية ($\vec{F}_E$) لانه الشحنة موجبة.

$$\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$$

س/ هل سيتأثر الجسيم المشحون بشحنة موجبة [q+] وبسرعة [$\vec{v}$] بقوة مغناطيسية اذا تحرك بأتجاه:

1) موازي لمجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه [$\vec{B}$] 2) عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه [$\vec{B}$]

ج/ 1) الجسيم المشحون سوف لا يتأثر بأي قوة مغناطيسية ($F_B = 0$) لان ($\theta = 0^0$) وأن ($\sin 0 = 0$)

بحيث: $F_B = q\,v\,B\,\sin 0 = 0$

2) الجسيم المشحون سيتأثر بأعظم قوة مغناطيسية ويستحرك على مسار دائري وذلك لكون القوة المغناطيسية تؤثر باتجاه عمودي على متجه السرعة $\vec{V}$ للجسيم.

بحيث: $F_B = q\,v\,B\,\sin 90 = q\,v\,B$

س/ على ماذا تعتمد القوة المغناطيسية المؤثرة في جسم مشحون يتحرك داخل مجال مغناطيسي؟

ج/1- مقدار شحنة الجسيم (q) 2- سرعة الجسيم المتحرك (v) 3- كثافة الفيض المغناطيسي (B)

4- الزاوية (θ) المحصورة بين متجه السرعة (v) ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي (B).

ملاحظة

من القانون ($F_B = q\,v\,B\,\sin\theta$) نستنتج:

1. عندما تكون ($\vec{V} \perp \vec{B}$) فأن ($\theta = 90^0$) وأن ($\sin 90 = 1$) فأن الجسيم المشحون المتحرك داخل المجال المغناطيسي سيتأثر بأعظم قوة مغناطيسية.

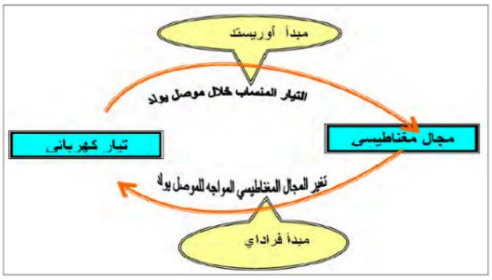
2. عندما تكون ($\vec{V} \mathbin{/\!/} \vec{B}$) فأن ($\theta = 0^0$) وأن ($\sin 0 = 0$) فلا يتأثر الجسيم بأي قوة مغناطيسية.

الحث الكهرومغناطيسي

- **اورستد** اول من أكتشف العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية حيث اكتشف (ان التيار الكهربائي يولد مجالا مغناطيسيا).
- **فرداي وهنري 1831 (كل على أنفراد)** توصلو الى حقيقة (امكانية توليد تيار كهربائي في حلقة موصلة مقفلة (او ملف من سلك موصل) عن طريق مجال مغناطيسي متغير يواجه تلك الحلقة او الملف).

س/ اذكر مخطط يوضح العلاقة بين مبدأ اورستد ومبدأ فرداي؟

ج/ نلاحظ من المخطط ان مبدأ اورستد ومبدأ فرداي احدهما يكملان الاخر.



س/ أذكر تجربة توضح فيها استعمال المجال المغناطيسي في توليد تيار كهربائي؟

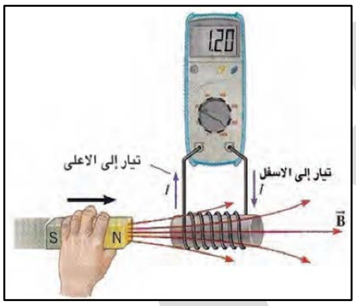
ج/ ادوات التجربة

ملف من سلك موصل مربوط بين طرفي أميتر رقمي ، وساق مغناطيسية قطبها الشمالي مواجها لأحد وجهي الملف.

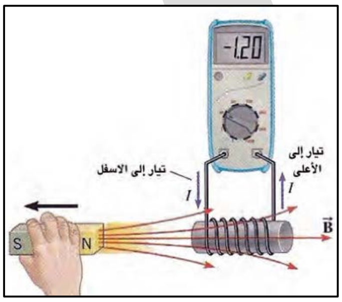
خطوات التجربة



- **نربط الدائرة كما في الشكل ، حيث يظهر في الشكل ساقاً مغناطيسياً وملفاً من سلك موصل مربوط بين طرفي اميتر رقمي.**
- **عندما يكون الساق في حالة سكون نسبة للملف ، نلاحظ ان قراءة الاميتر = صفرا، ((سبب ذلك هو ان الفيض المغناطيسي Φ_B الذي يخترق الملف لايتغير مع الزمن. وذلك لعدم توافر الحركة النسبية بين المغناطيس والملف. لذا لاينساب تيار في الدائرة)).**



- **عندما ندفع الساق المغناطيسية باليد نحو الملف بموازاة محوره بحيث القطب الشمالي مواجها لأحد وجهي الملف ، نلاحظ انحراف مؤشر الاميتر بأتجاه معين مشيرا الى انسياب تيار في الدائرة وسبب ذلك ((هو حصول تزايد في الفيض المغناطيسي Φ_B الذي يخترق الملف لوحدة)) .**



- **عندما نبعد الساق المغناطيسية عن الملف بالسرعة نفسها بموازاة محوره بحيث القطب الشمالي مواجها لأحد وجهي الملف ، نلاحظ انحراف قراءة الاميتر بأتجاه معاكس في حالة اقتراب المغناطيس من الملف.**

الاستنتاج

نستنتج من ذلك هو سريان تيار كهربائي في الدائرة يسمى التيار المحتث (I_{ind}) في حالة حصول تغير في الفيض المغناطيسي $(\Delta\Phi_B)$ الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

التيار المحتث (I_{ind}) هو التيار الذي يتولد نتيجة حصول تغير في الفيض المغناطيسي ($\Delta\Phi_B$) الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

س/ ماهي العوامل التي تؤدي الى زيادة التيار المحتث المتولد من تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن؟

او س/ على ماذا يعتمد التيار المحتث؟

ج/ أن مقدار التيار المحتث يزداد بزيادة :

1. سرعة الحركة النسبية بين القطب المغناطيسي والملف.
2. عدد لفات الملف.
3. مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف.
4. النفوذية المغناطيسية لمادة جوف الملف (ادخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف بدلا من الهواء يتسبب في ازدياد كثافة الفيض المغناطيسي).

س/ ت 2013/ ماذا يحصل أذا تغير الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق حلقة موصلة؟

ج/ يتولد تيار محتث.

س/ ماهو الشرط الاساسي لتوليد تيار محتث وقوة دافعة كهربائية محتثة؟

ج/ وجود حركة نسبية بين المغناطيسي والملف (أقتراب او ابتعاد) لكي يحصل تغيير بالفيض المغناطيسي ($\Delta\Phi_B$) لوحدة الزمن أو حصول تغيير بالفيض المغناطيسي لوحدة الزمن.

س/ لماذا لا يتولد تيار محتث في دائرة مقفلة تحتوي ملف واميتر عند عدم وجود حركة نسبية بين الملف والساق المغناطيسية المقابلة لوجه الملف؟

ج/ لعدم حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

س/ لماذا ينساب تيار محتث في دائرة مقفلة تحتوي ملف واميتر عند وجود حركة نسبية بين الملف والساق المغناطيسية المقابلة لوجه الملف ؟

ج/ وذلك بسبب حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

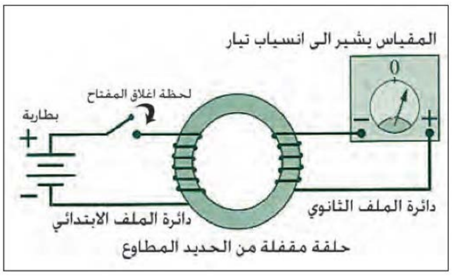
أكتشاف فراداي

س/ أذكر تجربة توضح اكتشاف وأستنتاج فراداي في الحث الكهرومغناطيسي؟

ج/ ادوات التجربة

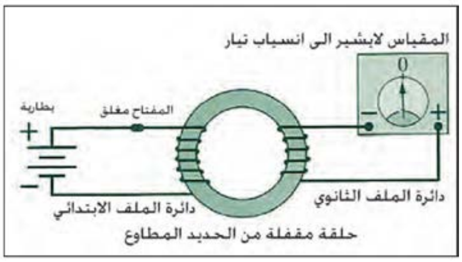
ملفين يتألفان من سلكين ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع ، وبطارية ، ومفتاح ، وكلفانوميتر

خطوات التجربة

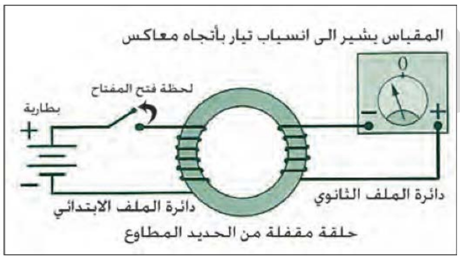


- **نربط احد الملفين على التوالي مع بطارية ومفتاح وتسمى هذه الدائرة بـ (دائرة الملف الابتدائي)**
نربط الملف الاخر بين طرفي جهاز يتحسس بالتيارات صغيرة المقدار صفره في وسط التدريجة وتسمى هذه الدائرة بـ (دائرة الملف الثانوي).

- **لاحظ فراداي لحظة اغلاق المفتاح المربوط مع الملف الابتدائي انحراف مؤشر المقياس المربوط مع الملف الثانوي في اتجاه معين ثم رجوعه الى تدريجة الصفر .**



- **أن انحراف مؤشر المقياس هو دليل قاطع على انسياب تيار كهربائي في دائرة الملف الثانوي وهذا التيار يسمي بـ (التيار المحتث) ، على الرغم من عدم توافر بطارية او مصدر للفولطية في هذه الدائرة.**
- **عودة مؤشر المقياس الى تدريجة الصفر بعد اغلاق المفتاح، كان بسبب ثبوت التيار المنساب في دائرة الملف الابتدائي وعندها لايحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$) .**



- **لاحظ العالم فراداي عند فتح المفتاح المربوط مع الملف الابتدائي أنحراف مؤشر المقياس ثانية ولكن الى الجانب الاخر للصفر في هذه المرة ثم عودته الى تدريجة الصفر.**

الاستنتاج س/ماذا استنتج فراداي في تجربته؟

1. **يتولد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة (مثل ملف سلكي او حلقة موصلة)، فقط عندما يحصل تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$).**
2. **فسر فشلت جميع المحاولات التي سبقت تجربة اكتشاف فراداي في توليد تيار كهربائي بواسطة مجال مغناطيسي لانه تلك المحاولات تعتمد على المجالات المغناطيسية الثابتة فقط.**

س/لماذا فشلت جميع المحاولات التي سبقت تجربة اكتشاف فراداي في توليد تيار كهربائي بواسطة مجال مغناطيسي؟

ج/ وذلك لانه جميع المحاولات السابقة أعتمدت في تجربتها على المجالات المغناطيسية الثابتة فقط.

س/ علل ذلك (في تجربة اكتشاف فراداي نحصل على تيار محتث يسري في الملف الثانوي فقط لحظة غلق المفتاح وفتحه في دائرة الملف الابتدائي)؟

ج/ وذلك لان عمليتي تنامي التيار لحظة اغلاق المفتاح وتلاشيه لحظة فتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي تتسببان في تزايد وتنامي الفيض المغناطيسي الذي يخترق قلب الحديد الملفوف حوله الملفين، مما يؤدي لتوليد تيار محتث ينساب في الملف الثانوي.

س/ ماسبب عودة مؤشر المقياس الكلفانوميتر الى تدريجة الصفر بعد اغلاق المفتاح المربوط مع الملف الابتدائي في تجربة اكتشاف فراداي؟

ج/ بسبب ثبوت التيار المنساب في دائرة الملف الابتدائي وعندها لايحصل تغيير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$).

س/ماهو العامل الاساسي الواجب توفره لتوليد التيار المحتث (او قوة دافعة كهربائية محتثة) في دائرة كهربائية مغلقة؟

ج/ هو حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لوحدة الزمن.

س/ اذكر نشاط يوضح فيه ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي؟

ج/ ادوات النشاط

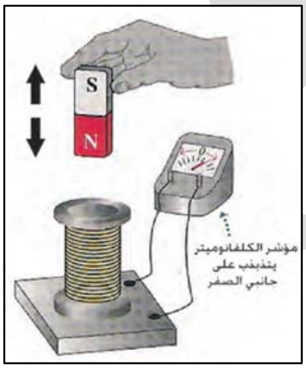
ملفان سلكيان مجوفان مختلفان في اقطارهما (يمكن ادخال احدهما في الاخر)، كلفانوميتر صفره في وسط التدريجة، ساق مغناطيسية، اسلاك توصيل، بطارية، مفتاح كهربائي.

خطوات النشاط

اولاً: (في هذا النشاط نستخدم ساقاً مغناطيسية وملف وكلفانوميتر)



1. **نربط طرفي احد الملفين بوساطة اسلاك التوصيل مع طرفي الكلفانوميتر.**
2. **نجعل الساق المغناطيسة وقطبها الشمالي مواجها للملف وفي حالة سكون نسبة للملف. سنجد ان مؤشرالكلفانوميتر يبقى ثابتا عند صفر التدريجة، اي لايشير الى انسياب تيار في دائرة الملف. (لاحظ الشكل).**



3. **ندفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف، ثم نبعدها عنه، نجد ان مؤشر الكلفانوميتر ينحرف على احد جانبي صفر التدريجة (عند تقريب الساق وينحرف باتجاه معاكس (عند ابعادها)، مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف في الحالتين. (لاحظ الشكل).**

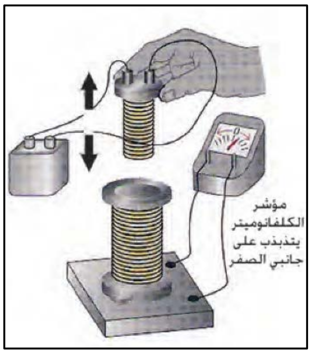
أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

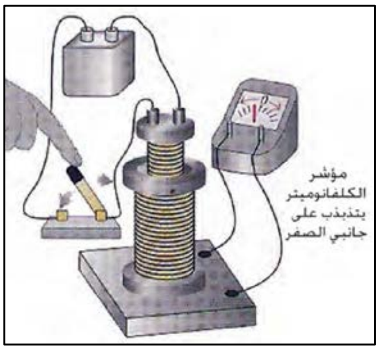
07700735728

ثانياً : (في هذا النشاط نستخدم ملفين (ابتدائي وثانوي) وبطارية وكلفانوميتر)



1. نربط طرفي ملف اخر (ويسمى بالملف الابتدائي) بين قطبي البطارية بوساطة اسلاك التوصيل للحصول على مغناطيس كهربائي.
2. نحرك الملف المتصل بالبطارية (الملف الابتدائي) امام وجه الملف الثانوي المتصل بالكلفانوميتر بتقريبه مرة من وجه الملف الثانوي وابعاده مرة اخرى وبموازاة محوره. نجد ان موشر الكلفانوميتر ينحرف على أحد جانبي الصفر مرة وباتجاه معاكس مرة اخرى وبالتعاقب مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي ثم عودته الى الصفر عندما لايحصل توافر الحركة النسبية بين الملفين. (لاحظ شكل).

ثالثاً : (في هذا النشاط نستخدم ملفين (ابتدائي وثانوي) وبطارية ومفتاح وكلفانوميتر)



1. نربط مفتاح كهربائي في دائرة الملف الابتدائي ونجعله مفتوحا.
2. ندخل الملف الابتدائي في جوف الملف الثانوي ونحافظ على ثبوت احد الملفين نسبة إلى الاخر.
3. نغلق ونفتح المفتاح في دائرة الملف الابتدائي. نجد ان مؤشر الكلفانوميتر يتذبذب بانحرافه على جانبي الصفر باتجاهين متعاكسين فقط في لحظتي اغلاق وفتح المفتاح في دائرة الابتدائي وعلى التعاقب، مشيرا الى انسياب تيار محتث في دائرة الملف الثانوي خلال تلك اللحظتين. (لاحظ شكل).

الاستنتاج

س/ ماذا نستنتج من كل نشاط من الانشطة الثلاث التي توضح ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ؟

ج/

1. تُستحث (تنشأ وتتولد) قوة دافعة كهربائية (ε_{ind}) وينساب تيار محتث (I_{ind}) في دائرة كهربائية مقفلة (حلقة موصلة او ملف) فقط عند حصول تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الدائرة لوحدة الزمن، (على الرغم من عدم توافر بطارية في تلك الدائرة).
2. تكون قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) واتجاه التيار المحتث (I_{ind}) في الدائرة الكهربائية باتجاه معين عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترقها ويكونان باتجاه معاكس عند تناقص هذا الفيض.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$)

س/ د3 2015/ما المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية؟

ج/ هي فرق جهد كهربائي محتث المتولدة على طرفي ساق موصلة نتيجة لحركة هذه الساق داخل مجال مغناطيسي منتظم وهي حالة خاصة من حالات الحث الكهرومغناطيسي. ويرمز لها ($\varepsilon_{motional}$) ، وتقاس بوحدة الفولط (**Volt**).

- فعندما تتحرك ساق موصلة طولها (ℓ) بوحدة (m) بسرعة (v) بوحدة ($\frac{m}{sec}$) في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ($\vec{B}$) بوحدة تسلا (T) بحيث تكون الزاوية بين متجه (v) ومتجه ($\vec{B}$) تساوي (θ) فسوف تتولد على طرفي الساق قوة دافعة كهربائية محتثة حركية ($\varepsilon_{motional}$) تعطى وفقا للعلاقة التالية :

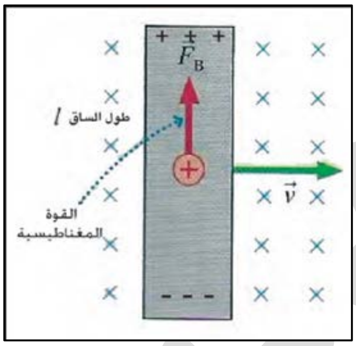
$$\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell\ \sin\theta$$

ملاحظة

من القانون ($\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell\ \sin\theta$) نستنتج:

1. عندما تكون ($\vec{V} \perp \vec{B}$) فأن ($\theta = 90^0$) وأن ($\sin 90 = 1$) فتتولد اعظم قوة دافعة كهربائية محتثة حركية فيصبح القانون ($\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell$).
2. عندما تكون ($\vec{V} // \vec{B}$) فأن ($\theta = 0^0$) وأن ($\sin 0 = 0$) فلا تتولد قوة دافعة على طرفي الساق.

س/ وضح كيف تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة حركية على طرفي ساق موصلة موضوعة داخل مجال مغناطيسي منتظم؟



ج/ عندما تتحرك الساق الموصلة داخل المجال المغناطيسي المنتظم بصورة عمودية على الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$)، فان الشحنات الموجبة للساق تتأثر بقوة مغناطيسية ($F_{B1} = q\,v\,B$) موازية لمحور الساق. فتعمل هذه القوة على فصل الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة اذ تتجمع الشحنات الموجبة في أحد طرفي الساق (الطرف العلوي) والشحنات السالبة في طرفها الاخر (الطرف السفلي). ويستمر تجمع الشحنات المختلفة في طرفي الساق مع استمرار حركتها داخل المجال المغناطيسي. فيتولد فرق جهد كهربائي بين طرفي الساق تسمى القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$) .

س/ ماذا يتولد عند تحريك ساق موصلة في مجال مغناطيسي منتظم وعموديا على الفيض المغناطيسي ؟

ج/ تتولد قوة دافعة كهربائية حركية $\varepsilon_{motional}$ على طرفي الموصل وتكون في مقدارها الاعظم.

س/ د خ 2014، ت2016/ علام تعتمد القوة الدافعة الحركية $\varepsilon_{motional}$ على طرفي ساق موصلة تتحرك عموديا على اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي؟

س/ت 2013/ علام يعتمد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي ساق تتحرك عموديا على مجال مغناطيسي منتظم؟

ج/ تعتمد على : (1) السرعة (v) التي تتحرك بها الساق.

(2) مقدار كثافة الفيض المغناطيسي (B).

(3) طول الساق (ℓ).

(4) الزاوية (θ) المحصورة بين متجه السرعة ($\vec{v}$) ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$).

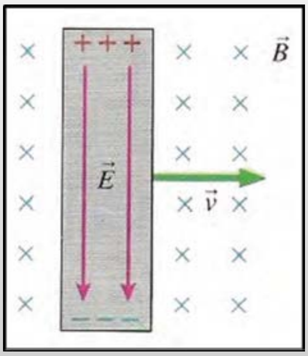
س/عند حركة ساق موصلة بسرعة منتظمة في مجال مغناطيسي منتظم وعموديا على اتجاه الفيض ستتولد قوة دافعة كهربائية حركية ($\varepsilon_{motional}$) بأتجاه معين . فلو انعكس اتجاه حركة الساق او انعكس اتجاه المجال المغناطيسي ، هل تنعكس قطبية القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$)؟ ولماذا؟

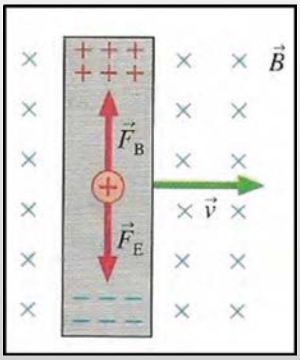
ج/ نعم ، لان اتجاه القوة المغناطيسية ($\vec{F}_B$) المؤثرة على شحنات الساق ستنعكس حسب قاعدة الكف اليمنى.

ملاحظة

نتيجة لحركة الساق الموصلة المتحركة بسرعة (v) داخل مجال مغناطيسي منتظم وعمودية على الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$)، فان الشحنات الموجبة للساق تتأثر بقوة مغناطيسية ($F_{B1} = q\,v\,B$) موازية لمحور الساق. فتعمل هذه القوة على فصل الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة اذ تتجمع الشحنات الموجبة في أحد طرفي الساق (الطرف العلوي) والشحنات السالبة في طرفها الاخر (الطرف السفلي). مع استمرار حركة الساق داخل المجال المغناطيسي يستمر تجمع الشحنات المختلفة في طرفي الساق. فتتولد قوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$) ، فينشأ نتيجة لذلك مجال كهربائي ($\vec{E}$) يتجه نحو الاسفل وعمودي على المجال المغناطيسي المنتظم. والمجال الكهربائي ($\vec{E}$) سيؤثر بدوره في هذه الشحنات بقوة كهربائية ($F_E = qE$). حيث تتجه هذه القوة الكهربائية $\vec{F}_E$ نحو الاسفل وبأتجاه موازي لمحور الساق ولكن معاكسة لأتجاه القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في تلك الشحنة نحو الاعلى. وعند تساوي مقداري هاتين القوتين تحصل حالة الاتزان أي ان ($\vec{F}_E = \vec{F}_{B1}$).

فتكون ($q\,E = q\,v$) ، فنحصل على العلاقة التالية ($E = v\,B$).





س/ اشتق علاقة رياضية لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الحركية على طرفي ساق متحركة عموديا على مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج/

$$F_B = q\,v\,B\ \sin\theta \quad , (\theta = 90^o)$$

$$F_{B1} = q\,v\,B\ \sin 90^o = q\,v\,B \quad , \quad (\sin 90^o = 1)$$

$$F_E = qE$$

عند الاتزان:

$$F_E = F_{B1} \Longrightarrow qE = q\,v\,B \Longrightarrow E = v\,B$$

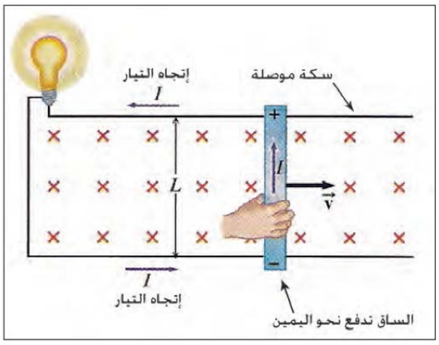
$$E = \frac{\Delta V}{\ell} \text{ (المجال الكهربائي = انحدار الجهد)} \Longrightarrow \Delta V = E\ell \Longrightarrow \Delta V = v\,B\,\ell$$

$$\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell$$

التيار المحتث

س/ ما الأجراء العملي المطلوب اتخاذه لكي ينساب تيار محتث في الساق المتحركة داخل مجال مغناطيسي؟ وضح ذلك مع الرسم؟

ج/



- **يتم ذلك عن طريق وضع هذه الساق في دائرة كهربائية مقفلة، وذلك بجعل الساق تنزلق بسرعة (v) على طول سكة موصلة بشكل حرف (U) مربوط معها مصباح كهربائي على التوالي، وتثبت السكة على منضدة افقية (كما في الشكل). وبهذا الترتيب نجد ان الساق والسكة والمصباح يشكلان دائرة كهربائية مقفلة.**
- **فاذا سلطنا مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ باتجاه عمودي على مستوي تلك الدائرة (اتجاهه داخل الورقة) ، ستتأثر الشحنات الموجبة في الساق بقوة مغناطيسية $(F_{B1} = q\,v\,B)$ تدفعها نحو احد طرفي الساق، والشحنات السالبة تدفع نحو طرفها الاخر. وبما ان الدائرة مقفلة فان الشحنات تستمر في الحركة ولا تتجمع عند طرفي الساق، وأن توهج المصباح المربوط على التوالي مع السكة يدل على أنسياب تيار في الدائرة. ولو طبقنا قاعدة الكف اليمنى على الشحنة الموجبة، يكون اتجاه التيار المحتث في الدائرة معاكسا لاتجاه دوران عقارب الساعة.**
- **اذا كانت المقاومة الكلية في الدائرة (R) فأن التيار المحتث في هذه الدائرة يعطى بالعلاقة التالية:**

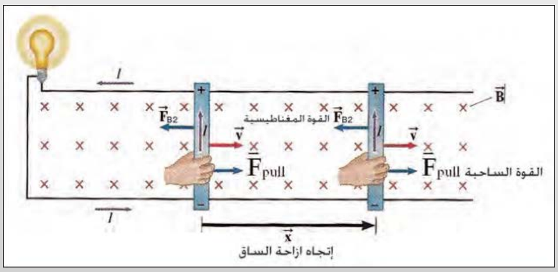
$$I = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} \Longrightarrow I = \frac{v\,B\,\ell}{R}$$

ملاحظة

في حالة الساق المتحركة بسرعة (v) وعمودية على المجال المغناطيسي المنتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ هنالك نوعين من القوة المغناطيسية التي سوف تؤثر على الساق هما:

1. **قوة مغناطسية $(\vec{F}_{B1})$ التي تكون موازية لمحور الساق والتي تفصل الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة فيتولد نتيجة لذلك فرق جهد كهربائي بين طرفي الساق يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$.**
2. **والقوة المغناطيسية الأخرى التي تنشأ عندما يكون الساق متحركة بسرعة (v) وعمودية على المجال المغناطيسي المنتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ في دائرة كهربائية مقفلة ينساب تيار محتث في الساق وباتجاه عمودي على الفيض المغناطيسي تظهر قوة مغناطيسية ثانية $(\vec{F}_{B2})$ تعطى بالعلاقة التالية $(F_{B1} = I\,\ell\,B)$ تؤثر باتجاه عمودي على الساق ونحو اليسار اي عكس اتجاه السرعة (v) التي تتحرك بها الساق ، فتعمل هذه القوة على عرقلة حركة الساق فتتسبب في تباطؤ حركة الساق. ولكي نجعل هذه الساق تتحرك بسرعة ثابتة يتطلب تسليط قوة خارجية $(\vec{F}_{pull})$ تسحب الساق نحو اليمين . ومقدار القوة الساحبة يساوي مقدار القوة المغناطيسية الثانية $(\vec{F}_{B2})$ مقدارا وتعاكسها في الاتجاه و تعطى بالعلاقة التالية :**

$$F_{pull} = F_{B2} = I\,\ell\,B = \left(\frac{v\,B\,\ell}{R}\right)\ell\,B = \frac{v\,B^2\,\ell^2}{R}$$



س/ ماهي العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية الثانية المؤثرة عموديا على ساق موصلة متحركة في مجال مغناطيسي منتظم وينساب فيها تيار محتث؟

ج/ تعتمد على :

(1) طول الساق المتحركة (ℓ). (2) مقدار التيار المناسب في الساق (I). (3) كثافة الفيض المغناطيسة (B).

س/ هل ينساب تيار محتث في دائرة تحتوي على ساق موصل وسكة موصلة بشكل حرف (U) ، اذا تحرك الساق بسرعة (v) و بأتجاه

(1) عمودي على متجه كثافة الفيض المغناطيسي($\vec{B}$) (2) موازي لمتجه الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$)

ج/ 1) اذا تحرك الساق عموديا على متجه الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) ينساب اعظم تيار محتث لانه يحصل اعظم تغير بالفيض المغناطيسي لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$).

2) اذا تحرك الساق بموازة متجه الفيض المغناطيسي لاينساب تيار محتث لعدم حصول تغير بالفيض المغناطيسي لوحدة الزمن ($\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$).

الحث الكهرومغناطيسي ومبدأ حفظ الطاقة

إن عملية سحب الساق الموصلة بازاحة معينة داخل مجال مغناطيسي منتظم، تعني انه قد أنجز شغل في تحريك الساق. يعني هناك قدرة مكتسبة في الدائرة، تتبدد هذه القدرة على شكل حرارة او اي شكل في الدائرة لكي تبقى الطاقة محفوظة.

س/ما مصير الطاقة المختزنة في ساق تتحرك في مجال مغناطيسي منتظم؟

ج/ ان الطاقة سوف تتبدد في الدائرة الكهربائية وتتحول الى قدرة تستهلك في الحمل الخارجي للدائرة الكهربائية التي ينساب فيها التيار المحتث (بشكل قدرة حرارية او اي نوع اخر من القدرة).

س/اثبت رياضا ان القدرة المكتسبة التي تنجزها القوة الساحبة لساق موصلة في مجال مغناطيسي تساوي بالضبط القدرة المتبددة في المقاومة الكلية التي ينساب فيها تيار محتث في الدائرة الخارجية؟ وماذا يعني ذلك؟

ج/ ان القوة الساحبة قد سببت الحركة بسرعة (V) فان القدرة المكتسبة في الدائرة تعطى بالعلاقة التالية:

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F_{pull}.X}{t} = F_{pull}.v = \frac{v^2\ B^2\ \ell^2}{R}$$

اما القدرة المتبددة ($P_{dissipated}$) بشكل حرارة في المقاومة الخارجية التي ينساب فيها تيار محتث (I_{ind}) تعطى بالعلاقة الآتية:

$$P_{dissipated} = I^2\ R = \frac{(v\ B\ \ell)^2}{R^2}\ R = \frac{v^2\ B^2\ \ell^2}{R}$$

$$\therefore\ P = P_{dissipated}$$

هذا يعني ان المعدل الزمني للشغل المنجز في تحريك الساق الموصلة خلال المجال المغناطيسي يساوي بالضبط القدرة المتبددة في المقاومة الكلية لهذه الدائرة بشكل حرارة او اي نوع من القدرة في الحمل. وهذا يعد تطبيقا لقانون حفظ الطاقة.

س/ هل ان الساق الموصلة والتي تكون جزء من دائرة مقفلة عندما تتحرك داخل مجال مغناطيسي تخضع إلى قانون حفظ الطاقة ؟

ج/ نعم، لان المعدل الزمني للشغل المنجز في تحريك الساق (القدرة المكتسبة في الدائرة) يساوي بالضبط القدرة المتبددة في المقاومة الكلية لهذه الدائرة بشكل حرارة او اي نوع من القدرة في الحمل.

الفيض المغناطيسي

الفيض المغناطيسي هو عدد خطوط القوة المغناطيسة التي تخترق مساحة معينة وهو كمية متجهة ويرمز للفيض المغناطيسي بالرمز $(\vec{\Phi}_B)$ ، ويقاس الفيض المغناطيسي بوحدة (Weber) ويرمز لها (Wb).

كثافة الفيض المغناطيسي وهو الفيض المغناطيسي $(\vec{\Phi}_B)$ على وحدة المساحة (A) وهو كمية متجهة يرمز لها بالرمز $(\vec{B})$ وتقاس بوحدة $(\frac{Wb}{m^2})$ او تقاس بوحدة التسلا (T). $(\vec{B} = \frac{\vec{\Phi}_B}{\vec{A}})$

س/ماهو العامل الأساسي لتوليد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في حلقة موصلة او ملف سلكي موضوع في مجال مغناطيسي؟

ج/ حصول تغير في الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق حلقة او ملف سلكي لوحدة الزمن.

س/ ت 2013/ ماذا يحصل أذا تغير الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق حلقة موصلة او ملف سلكي؟

ج/ تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) وتيار محتث (I_{ind}) .

س/ على ماذا يعتمد الفيض المغناطيسي الذي يخترق السطح؟

ج/ يعتمد على: (1) كثافة الفيض المغناطيسي (B).

(2) مساحة السطح (A).

(3) الزاوية (θ) بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي ومتجه مساحة السطح.

ملاحظة

a. في حالة اذا كان هناك مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\vec{B})$ يخترق حلقة متجه مساحتها السطحية $(\vec{A})$ يصنع زاوية حادة قياسها (θ) مع متجه $(\vec{B})$ فأن متجه الفيض المغناطيسي $(\vec{\Phi}_B)$ ينتج من حاصل الضرب النقطي بين متجه المساحة $(\vec{A})$ ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$: $(\vec{\Phi}_B = \vec{A}.\vec{B})$

اما مقدار الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق تلك المساحة يعطى بالعلاقة التالية: $(\Phi_B = B\,A\cos\theta)$

b. من القانون $(\Phi_B = B\,A\cos\theta)$ نستنتج:

1. عندما تكون $(\vec{A} \perp \vec{B})$ فأن $(\theta = 90^0)$ وأن $(\cos 90 = 0)$ في هذه الحالة لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة.

2. عندما تكون $(\vec{A} \,//\, \vec{B})$ فأن $(\theta = 0^0)$ وأن $(\cos 0 = 1)$ في هذه الحالة يكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة بأعظم مقدار$(\Phi_B = B\,A)$.

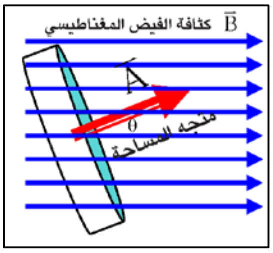
c. هناك وحدة قياس اخرى لقياس الفيض المغناطيسي (Φ_B) وهي الماكسويل **(Maxwell)** وان كل $(wb = 10^8\ Maxwell)$ وللتحويل من الماكسويل للويبر نضرب المقدار في (10^{-8}).

d. للتحويل من (cm^2) الى (m^2) نضرب المقدار في (10^{-4}) .

س/ماهي الطرائق التي يتم عن طريقها الحصول على تغير في الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق حلقة موصلة او ملف سلكي لتوليد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind})؟

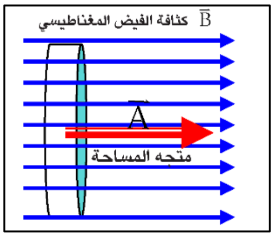
ج/

(الطريقة الاولى)

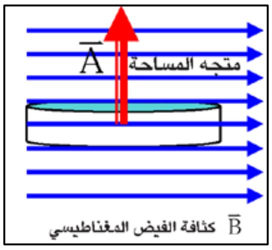


تغيير قياس الزاوية (θ) بين متجه المساحة $(\vec{A})$ ومتجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ ، ومثال على ذلك هو دوران ملف نواة المولد الكهربائي داخل مجال مغناطيسي منتظم.

1. **هذا الشكل يوضح متجه المساحة $(\vec{A})$ يصنع زاوية حادة قياسها (θ) مع متجه كثافة الفيض المغناطيسية $(\vec{B})$**



2. **هذا الشكل يوضح متجه كثافة الفيض المغناطيسية $(\vec{B})$ عمودي على مستوي الحلقة. ولكن متجه المساحة $(\vec{A})$ يوازي متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ فتكون الزاوية $(\theta = 0^0)$ بين متجه المساحة $(\vec{A})$ ومتجه كثافة الفيض $(\vec{B})$ ، اي ان $(\cos 0 = 1)$ فنحصل على اعظم فيض مغناطيسي يخترق الحلقة**

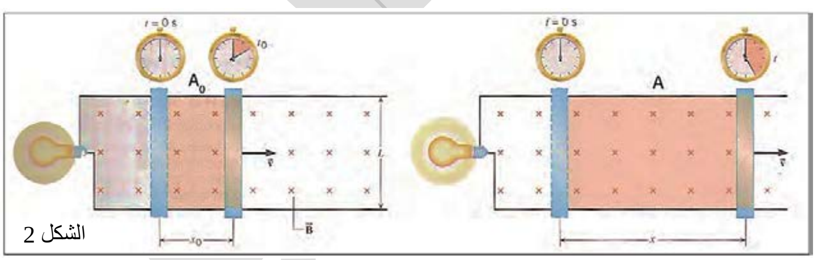


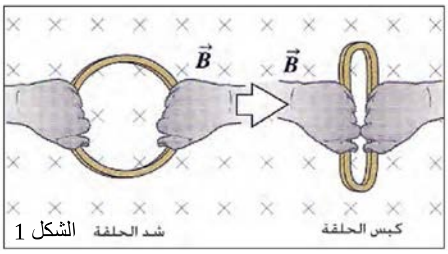
3. **هذا الشكل يوضح متجه كثافة الفيض المغناطيسية $(\vec{B})$ يوازي مستوي الحلقة. ولكن متجه المساحة $(\vec{A})$ عمودي على متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ فتكون الزاوية $(\theta = 90^0)$ بين متجه المساحة $(\vec{A})$ ومتجه كثافة الفيض $(\vec{B})$ ، اي ان $(\cos 90 = 0)$ فينعدم في هذه الحالة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.**

(الطريقة الثانية)

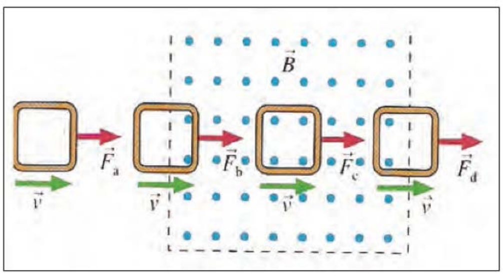
تغيير مساحة الحلقة المواجهة للفيض المغناطيسي (Φ_B) المنتظم، ويتم ذلك مثلا بكبس الحلقة او شدها من جانبيها المتقابلين فتقل بذلك المساحة (A) كما في الشكل (1).

كما يمكن زيادة المساحة وذلك بازاحة الساق الموضحة في الشكل (2) نحو اليمين فتتغير المساحة من $(A_0 = X_0 L)$ الى $(A = X L)$ ومنها نجد $(\Delta A = A - A_0)$، وبهذا فإن التغير في الفيض المغناطيسي يعطى $(\Phi_B = B.\Delta A)$





(الطريقة الثالثة)



بتحريك الحلقة الموصلة بمستوي عمودي على فيض مغناطيسي منتظم مثلا دفع الحلقة لإدخالها في مجال مغناطيسي منتظم او سحبها لإخراجها منه (كما في الشكل) فينتج تغيرا في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لوحدة الزمن في أثناء دخول الحلقة في المجال المغناطيسي او في أثناء خروجها من المجال .

س/ متى يكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق حلقة موصلة اكبر ما يمكن؟

ج/ عندما يكون متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ عموديا على مستوي الحلقة أي ان الزاوية بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ ومتجه المساحة $(\vec{A})$ تساوي صفر $(\theta = 0^0)$ وان $(\cos 0 = 1)$ لذلك $(\Phi_B = AB)$ اكبر ما يمكن.

س/ متى لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق حلقة موصلة موضوعة في مجال مغناطيسي؟

ج/ عندما يكون متجه كثافة الفيض المغناطيسي بموازاة مستوي الحلقة أي ان الزاوية بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ ومتجه المساحة $(\vec{A})$ تساوي 90^0 $(\theta = 90^0)$ أي ان $(\cos 90 = 0)$ لذلك $(\Phi_B = Zero)$.

س/ متى يكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق حلقة موصلة نصف مقداره الاعظم؟

ج/ عندما يكون مستوي الحلقة مائلا بزاوية 30^0 مع اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي أي ان متجه المساحة مائلا بزاوية 60^0 مع اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي.

قانون فراداي

س/اذكر نص قانون فراداي مع ذكر العلاقة الرياضية؟

ج/ (ان مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في حلقة موصلة يتناسب طرديا مع المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة) . والصيغة الرياضية لقانون فراداي (للحلقة) هي:

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

اذا كان لدينا ملف سلكي بدلا من الحلقة عدد لفاته (N) فأن قانون فراداي (للملف) يعطي بالعلاقة التالية:

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

ε_{ind} : قوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة على طرفي الملف السلكي او الحلقة وتكون بقطبية سالبة عند نمو الفيض (عند الاقتراب) وتكون بقطبية موجبة عن تلاشي الفيض (عند الابتعاد) ووحدتها فولط (V).

N: عدد لفات الملف $(N=1$ للحلقة الموصلة)

$\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$: معدل الزمني لتغير في الفيض المغناطيسي ويقاس بوحدة $(\frac{Wb}{sec})$.

$\Delta\Phi_B$: التغير في الفيض المغناطيسي ويقاس بوحدة (Wb) ، حيث $(\Delta\Phi_B = \Phi_{B2} - \Phi_{B1})$

ويكون التغير بالفيض موجب عند نمو الفيض (تزايد الفيض) لان $(\Phi_{B2} > \Phi_{B1})$ ويكون سالب عند تلاشي الفيض لان $(\Phi_{B2} < \Phi_{B1})$.

اما الاشارة السالبة في قانون فراداي وضعت على وفق قانون لنز ، فهي للدلالة على قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة .وهذه القطبية تحدد الاتجاه الذي ينساب فيه التيار المحتث في الحلقة او الملف.

س/ على ماذا تدل الاشارة السالبة في قانون فاراداي في الحث الكهرومغناطيسي؟

ج/ تدل على قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة.

س/ كيف نحصل على قوة دافعة كهربائية بمقدار اكبر لملف اوحلقة موصلة؟

ج/ عندما يكون المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ الذي يخترق الحلقة او الملف كبيرا.

س/على ماذا تعتمد قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة؟

ج/تعتمد على الفيض المغناطيسي فيما اذا كان متزايدا او متناقصا.

س/ مالذي يتطلب توافره في دائرة مقفلة لكي ينساب فيها (1) تيار كهربائي (2) تيار محتث ؟

ج/ 1. لكي ينساب تيار كهربائي في دائرة مقفلة، يجب أن يتوافر في تلك الدائرة مصدر للقوة الدافعة الكهربائية (تجهزها مثلا بطارية او مولد في تلك الدائرة).

2. ولكي ينساب تيار محتث في دائرة مقفلة، مثل حلقة موصلة مقفلة او ملف (لاتحتوي بطارية او مولد)، يجب ان تتوافر قوة دافعة كهربائية محتثة، والتي تتولد بوساطة تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق تلك الحلقة لوحدة الزمن.

قانون لنز

س/ د1خارج 2013/ أذكر نص قانون لنز؟

س/ (التيار المحتث في دائرة كهربائية مقفلة يمتلك اتجاها بحيث ان مجاله المغناطيسي المحتث يكون معاكسا بتأثيره للتغير في الفيض المغناطيسي الذي ولد هذا التيار).

س/د2 2013 ، ت 2014 ، د1خارج 2014 ، د2 2015/ ما الفائدة العملية من تطبيق قانون لنز؟

ج/ (1) تعيين اتجاه التيارالمحتث في دائرة كهربائية مقفلة

(2) يعد قانون لنز تطبيقا لقانون حفظ الطاقة.

س/د1خا 2015/ لماذا يُعد قانون لنز تطبيقا لقانون حفظ الطاقة؟

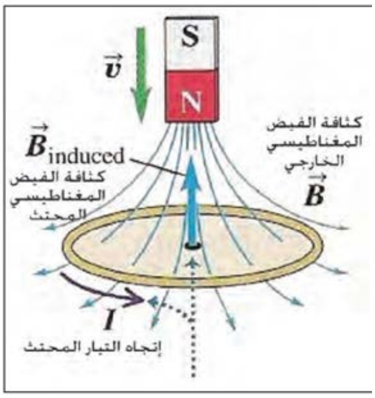
ج/ لأنه في كلتا الحالتين (اقتراب المغناطيس او ابتعاد المغناطيس نسبة للحلقة) يتطلب إنجاز شغل ميكانيكي، ويتحول الشغل المنجز الى نوع اخر من الطاقة في الحمل (عندما تكون الحلقة مربوطة بحمل).

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س/ ماذا يحصل عند تقريب قطب شمالي من احد وجهي حلقة موصلة مقفلة وبموازاة محورها العمودي على وجهيها والمار من مركزها ؟

ج/ ➢ يزداد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > 0)$ ، فيزداد مقدار كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر$(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > 0)$ و اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر $(\vec{B})$ نحو الأسفل .

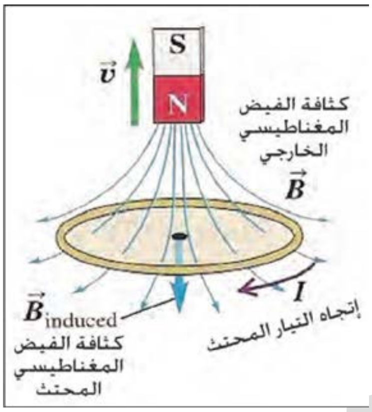
➢ يكون اتجاه التيار المحتث معاكسا لاتجاه دوران عقارب الساعة (على وفق قاعدة الكف اليمنى للملف). فيولد مجالا مغناطيسيا محتثا كثافته $(\vec{B}_{ind})$ ، اتجاهه نحو الاعلى. فيكون معاكسا لاتجاه الفيض المغناطيسي المؤثر نفسه، لكي يقاوم التزايد في الفيض المغناطيسي الذي ولد التيار المحتث. اي يتولد في وجه الحلقة المقابل للقطب الشمالي N قطبا شماليا N يتنافر مع القطب الشمالي المقترب منه (على وفق قانون لنز).



س/ ماذا يحصل عند أبعاد قطب شمالي من احد وجهي حلقة موصلة مقفلة وبموازاة محورها العمودي على وجهيها والمار من مركزها ؟

ج/ ➢ يتناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} < 0)$ ، فيتناقص مقدار كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} < 0)$ و اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر $(\vec{B})$ نحو الأسفل .

➢ يكون اتجاه التيار المحتث مع اتجاه دوران عقارب الساعة (على وفق قاعدة الكف اليمنى للملف). فيولد مجالا مغناطيسيا محتثا كثافته $(\vec{B}_{ind})$ ، اتجاهه نحو الاسفل. فيكون باتجاه الفيض المغناطيسي المؤثر نفسه، لكي يقاوم التناقص في الفيض المغناطيسي الذي ولد التيار المحتث. اي يتولد في وجه الحلقة المقابل للقطب الشمالي N قطبا جنوبيا S يتجاذب مع القطب الشمالي N المبتعد عنه (على وفق قانون لنز).



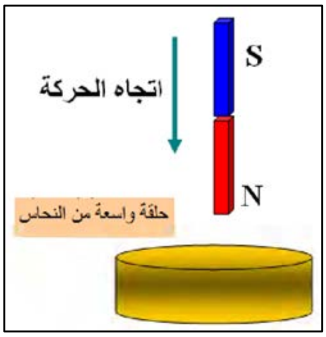
أنتباه

عليك التمييز بين

➢ **كثافة الفيض المغناطيسي الخارجي** $(\vec{B})$ الذي يتسبب تغيرفيضه في توليد تيار محتث في دائرة كهربائية مقفلة وذلك على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي.

➢ **كثافة الفيض المغناطسيسي المحتث** $(\vec{B}_{ind})$ (الذي ولده التيار المحتث) والذي يعاكس بتأثيره التغير بالفيض المغناطيسي الخارجي (العامل المسبب لتوليد التيار المحتث) على وفق قانون لنز.

س/ افرض أن ساقا مغناطيسية سقطت سقوطا حرا نحو الأسفل وهي بوضع شاقولي، وتحتها حلقة واسعة من النحاس مقفلة ومثبتة افقيا، (باهمال مقاومة الهواء). كما في الشكل.



1- أتسقط هذه الساق بتعجيل يساوي تعجيل الجاذبية الارضية ؟ أم أكبر منه ؟ أم أصغر؟
2- عين اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق في أثناء اقتراب الساق من الحلقة.

ج/ 1- تسقط الساق بتعجيل اقل من تعجيل الجاذبية الارضية .
بسبب قوة التنافر المتولدة بين القطب المغناطيسي الشمالي (N) للساق والقطب الشمالي (N) الذي يولده التيار المحتث في الحلقة على وفق قانون لنز. لذا تتاثر الساق بقوة تنافر تعرقل حركتها (على وفق قانون لنز) فيقل تعجيلها .

2- ان اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق نحو الاعلى (قوة معرقلة للسبب الذي ولد التيار المحتث) (قوة تنافر) (على وفق قانون لنز).

التيارات الدوامة

هي تيارات كهربائية محتثة تتولد داخل الموصلات نتيجة لتغير الفيض المغناطيسي المؤثر عليها مع الزمن و تتخذ مسارات دائرية مقفلة ومتمركزة وتقع في مستوي كل صفيحة وبمستويات عمودية على الفيض المغناطيسي (Φ_B) المسبب لها.

❖ في الصفائح المعدنية الثابتة تتولد التيارات الدوامة نتيجة حصول تغير في الفيض المغناطيسي مع الزمن الذي يخترق الموصل. اما في حالة الصفائح المعدنية المتحركة في مجال مغناطيسي منتظم ، التيارات الدوامة تتولد نتيجة توافر حركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي (على وفق قانون فاراداي).

س/ ماهو سبب تكون تيارات دوامة في الموصلات؟

ج/ ان تغير الفيض المغناطيسي الخارجي المؤثر على هذه الموصلات مع الزمن يولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) وفق قانون الحث الكهرومغناطيسي لفراداي وينساب تيار محتث في تلك الموصلات وهذه التيارات تتخذ مسارات دائرية مغلقة ومتمركزة وتقع بمستويات عمودية على الفيض المغناطيسي (Φ_B) المسبب لها وتسمى هذه التيارات بالتيارات الدوامة.

س/ ماهي مضار التيارات الدوامة ؟

ج/ فقدان طاقة بشكل حرارة في الأجهزة او في قلب الحديد للملفات التي تتولد فيها على وفق قانون جول.

س/ د1 2015/ كيف يمكن تقليل مقدار الطاقة المتبددة التي تسببها التيارات الدوامة في قلب من الحديد للملفات؟

ج/ ولغرض تقليل مقدار الطاقة المتبددة بشكل حرارة (كما في المحولات) يصنع القلب بشكل صفائح من الحديد المطاوع، معزولة عن بعضها ومكبوسة كبسا شديدا ، و ترتب بموازاة الفيض المغناطيسي المتغير الذي يخترقها، فتزداد بذلك المقاومة الكهربائية الى حد كبير داخل تلك الصفائح ويقل تبعا لذلك مقدار التيارات الدوامة.

س/د2 2014/ في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها البعض عزلا كهربائيا ومكبوسة كبسا شديدا بدلا من قلب من الحديد مصنوع كقطعة واحدة. ما الفائدة من ذلك ؟

ج/ لتقليل تأثير التيارات الدوامة. فتقل خسارة القدرة الناتجة عنها وبذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عنها ، وهذا يعمل على زيادة كفاءة المحولة ولاتسرع في تلفها.

س/ شريحة من النحاس وضعت بين قطبي مغناطيس كهربائي منتظم كثافة فيضه كبيرة وبمستوى شاقولي وكان مستوى الصفيحة عموديا على الفيض المغناطيسي. وعندما سحبت الصفيحة أفقيا بسرعة معينة لإخراجها من المجال وجد أن عملية السحب تتطلب تسليط قوة معينة. ويزداد مقدار القوة الساحبة بازدياد مقدار تلك السرعة، ما تفسير الحالتين ؟

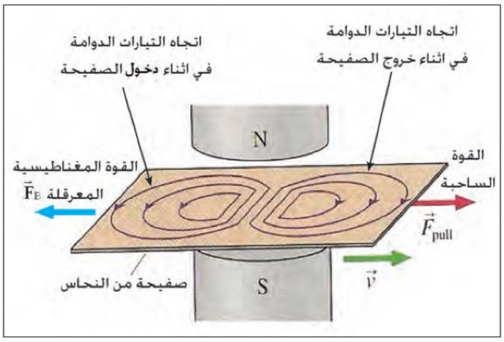
ج/ نتيجة للحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية والفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة المعدنية على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة على وفق قانون لنز.

وبازدياد مقدار تلك السرعة تزداد القوة المغناطيسية (F_B) :

$$F_B = q\,v\,B \quad ، \quad F_{pull}(\text{الساحبة}) = F_B\,(\text{المعرقلة})$$

س/ صفيحة من النحاس وضعت بين قطبي مغناطيس كهربائي منتظم كثافة فيضه $\vec{B}$ وتتجه نحو الاسفل. موضوعة بمستوى شاقولي وكان مستوى الصفيحة عموديا على الفيض المغناطيسي. <u>ماسبب توليد التيارات الدوامة؟</u> <u>ثم عين اتجاه التيارات الدوامة في الصفيحة واتجاه القوة المغناطيسية المتولدة</u>: (1) اثناء دخول الصفيحة في المجال المغناطيسي المنتظم (الجانب الايسر).

(2) اثناء خروج الصفيحة من المجال المغناطيسي المنتظم (الجانب الايمن).



ج/ نتيجة للحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية والفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة المعدنية على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي وبالنتيجة تظهر قوة مغناطيسية معرقلة لاتجاه حركة الساق $(\vec{F}_B)$ تتجه نحو اليسار وتكون معاكسة للقوة الساحبة للساق $(\vec{F}_{Pull})$.

1) اثناء دخول الصفيحة في المجال المغناطيسي المنتظم (الجانب الايسر)

يتزايد الفيض المغناطيسي المؤثر الذي يخترق الصفيحة لذا يكون اتجاه التيارات الدوامة معاكسا لدوران عقارب الساعة لكي تولد فيضا مغناطيسيا محتثا (كثافته $\vec{B}_{ind}$) يعاكس الفيض المغناطيسي المسبب الذي ولد تلك التيارات على وفق قانون لنز. فيكون اتجاه الفيض المغناطيسي المحتث نحو الاعلى (لكي يعمل على اضعاف المجال المغناطيسي المؤثر المتزايد).

2) اثناء خروج الصفيحة من المجال المغناطيسي المنتظم (الجانب الايمن).

يتناقص الفيض المغناطيسي المؤثر الذي يخترق الصفيحة لذا يكون اتجاه التيارات الدوامة بأتجاه دوران عقارب الساعة لكي تولد فيضا مغناطيسيا محتثا (كثافته $\vec{B}_{ind}$) يعاكس الفيض المغناطيسي المسبب الذي ولد تلك التيارات على وفق قانون لنز. فيكون اتجاه الفيض المغناطيسي المحتث نحو الاسفل (لكي يعمل على تقوية المجال المغناطيسي المؤثر المتناقص).

س / د2ت 2013/اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة؟ ووضح كلاً منها.

ج/ 1 . في مكابح بعض القطارات الحديثة ذات الوسادة الهوائية: إذ توضع ملفات سلكية (كل منها يعمل كمغناطيس كهربائي) مقابل قضبان السكة. ففي الحركة الاعتيادية لا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات. ولإيقاف القطار عن الحركة تغلق الدائرة الكهربائية لتلك الملفات فينساب تيار كهربائي في الملفات وهذا التيار يولد مجالا مغناطيسيا قويا يمر خلال قضبان الحديد للسكة، ونتيجة للحركة النسبية بين المجال مغناطيسي والقضبان تتولد تيارات دوامة فيها، وعلى وفق قاون لنز تولد هذه التيارات مجالا مغناطيسيا يعرقل تلك الحركة وهو السبب الذي ولدها ، فيتوقف القطار عن الحركة.

2 . في كاشفات المعادن المستعملة حديثا في نقاط التفتيش الامنية وخاصة في المطارات: يعتمد عمل كاشفات المعادن على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي التي تسمى غالبا الحث النبضي. يحتوي جهاز كاشف المعادن على ملفين سلكيين أحدهما يستعمل كمرسل والآخر كمستقبل.
يسلط فرق جهد متناوب على طرفي ملف الإرسال فينساب في الملف تيار متناوب والذي بدوره يولد فيضا مغناطيسيا متناوبا. فعند مرور أي جسم موصل معدني (لا يشترط أن يكون بشكل صفيحة) بين المستقبل والمرسل، سوف تتولد تيارات دوامة في ذلك الجسم المعدني فتعمل التيارات الدوامة المحتثة في الجسم المعدني على عرقلة التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي المتولد في ملف الإستقبال وهذا يتسبب في تقليل التيار الإبتدائي المقاس بالمستقبل في حالة وجود الهواء بين الملفين، وبهذا التأثير يمكن الكشف عن وجود القطع المعدنية في الحقائب اليدوية أو في ملابس الشخص .
تستعمل كاشفات المعادن أيضا للسيطرة على الإشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية.

س/د2 2013/ وضح بنشاط كيفية تقليل التيارات الدوامة في الموصلات ؟ وماذا تستنتج من هذا النشاط؟

ج/أدوات النشاط:

1)بندولان متماثلان كل منهما بشكل صفيحة مصنوعة من مادة موصلة ضعيفة التمغنط (ليست فيرومغناطيسية من الالمنيوم مثلا) مثبتة بطرف ساق خفيفة من المادة نفسها. إحدى الصفيحتين مقطعة بشكل شرائح معزولة عن بعضها مثل أسنان المشط والاخرى كاملة (غير مقطعة).

2) مغناطيس دائم قوي (كثافة فيضه عالية) 2)حامل.

خطوات النشاط:

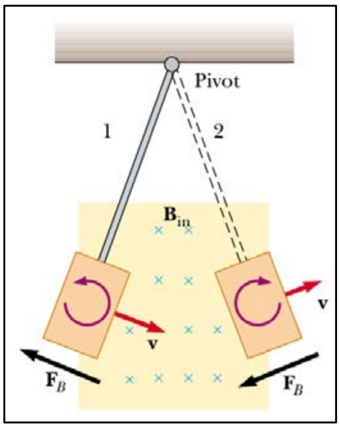
1. **نسحب الصفيحتين جانبا بإزاحة متساوية الى احد جانبي موقع استقرارهما.**
2. **نترك الصفيحتين في آن واحد لتهتز كل منهما بحرية بين قطبي المغناطيس.**

نجد ان البندول الذي يتألف من الصفيحة الكاملة (غير المقطعة) يتوقف عن الحركة في اثناء مروره خلال الفجوة بين القطبين المغناطيسيين، في حين الصفيحة المقطعة بشكل اسنان المشط تمر بين القطبين المغناطيسيين وتعبر الى الجانب الاخر وتستمر بالاهتزاز على جانبي منطقة المجال المغناطيسي ذهابا وايابا ولكن بتباطؤ قليل. لاحظ الشكل.



الاستنتاج

1) التيارات الدوامة المتولدة في الصفيحة الغير المقطعة تكون كبيرة المقدار في اثناء دخولها المجال المغناطيسي بين القطبين فتكون باتجاه معين، نتيجة حصول تزايد في الفيض المغناطيسي الذى يخترقها لوحدة الزمن $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t})$ (على وفق قانون فراداي)، وتكون باتجاه معاكس في اثناء خروجها من المجال، نتيجة حصول تناقص في الفيض المغناطيسي $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t})$ فتتولد في الحالتين قوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ تعرقل حركة الصفيحة (على وفق قانون لنز) وبالنتيجة تتلاشى سعة اهتزاز الصفيحة وتتوقف عن الاهتزاز، لاحظ الشكل.



2) اما التيارات الدوامة المتولدة في الصفيحة المقطعة بشكل شرائح تكون صغيرة المقدار جدا فيكون تأثيرها في اهتزاز الصفيحة ضعيفا جدا.

س/ ما مصير طاقة اهتزاز الصفيحة الكاملة (غير المقطعة) داخل مجال مغناطيسي بعد توقفها عن الاهتزاز ؟

ج/ تتحول طاقة اهتزاز الصفيحة الى طاقة حرارية في الصفيحة نتيجة التيارات الدوامة المتولدة فيها .

س/ د1خارج 2013، د2 ت 2013/ اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة؟

ج/ 1. في مكابح بعض القطارات الحديثة ذات الوسادة الهوائية.

2. في كاشفات المعادن المستعملة حديثا في نقاط التفتيش الامنية وخاصة في المطارات.

س/ علام يعتمد عمل كاشفات المعادن؟

ج/ يعتمد عمل كاشفات المعادن على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي التي تسمى غالبا الحث النبضي.

س/ ما الفائدة العملية من كاشفات المعادن؟

ج/ 1. تستعمل في نقاط التفتيش الامنية وخاصة في المطارات.

2. تستعمل للسيطرة على الإشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

المولدات الكهربائية

س/ ماهو المولد الكهربائي ؟ وماهو أنواعه؟

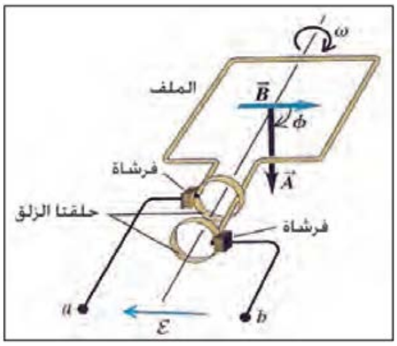
ج/ هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية بتأثير مجال مغناطيسي وتكون المولدات الكهربائية بنوعين: 1. مولد التيار المتناوب (ac) (احادي او ثلاثي الطور).
2. مولد التيار المستمر (dc).

a. مولد التيار المتناوب (ac) احادي الطور

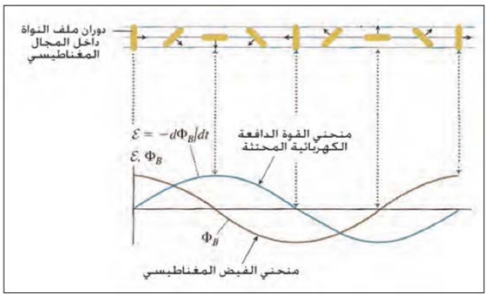
س/ مما يتألف مولد التيار المتناوب (ac) احادي الطور؟

ج/ 1. ملف النواة 2. حلقتا زلق 3. فرشتان من الكاربون 4. مجال مغناطيسي منتظم

يربط طرفي ملف النواة حلقتان معدنيتان تسميان بحلقتي الزلق وتوصلان مع الدائرة الخارجية بوساطة فرشتان من الكاربون.



- **وعند دوران الملف عدد لفاته (N) بسرعة زاوية (ω) منتظمة مقاسة بوحدة ($\frac{rad}{s}$) داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه (B) منتظمة ومساحة اللفة الواحدة منه (A). فأن الفيض المغناطيسي (Φ_B) الذي يخترق اللفة الواحدة من الملف يتغير مع الزمن فهو دالة جيب تمام $\cos(\omega t)$ ويعطى بالعلاقة الآتية:** $\Phi_B = A\,B\cos(\omega t)$
- **يعطى المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة بالعلاقة التالية:**

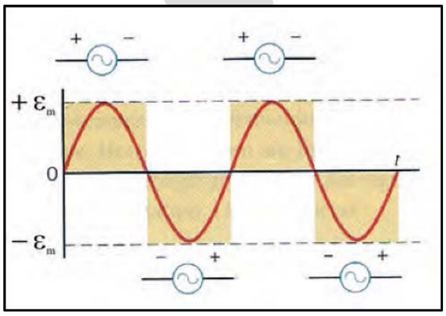


$$\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -A\,B\omega\sin(\omega t)$$

- **وعلى وفق وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي فأن القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في الملف تعطى بالعلاقة التالية:**

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\,[-A\,B\omega\sin(\omega t)]$$

حيث ان $\omega = 2\pi f$ $\qquad \varepsilon_{ind} = N\,A\,B\,\omega\,\sin(\omega t)$



- **من المعادلة السابقة يتبين ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تتغير جيبيا مع الزمن فهي دالة جيبية (كما بالشكل) وتسمى حين اذن بالفولطية الانية (اللحظية) ε_{ins} والتي تعطى بالمعادلة التالية:**

$$\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max}\,\sin(\omega t)$$

ε_{ins} **: المقدار الاني للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (الفولطية الانية).**

ε_{max}**: المقدار الاعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ذروة الفولطية المحتثة).**

والشكل يوضح ان قطبية القوة الدافعة الكهربائية تنعكس مرتين في الدورة الواحدة

- وعند ربط طرفي الملف بدائرة خارجية ذات المقاومة الكلية (R). يتولد تيار محتث آني (لحظي) في هذه الدائرة يعطى بالعلاقة الاتية:

$$I_{ins} = I_{max} \sin(\omega t)$$

يمكن حساب التيار المحتث الآني (I_{ins}) والمقدار الاعظم للتيار المحتث (I_{max}) بالعلاقة الاتية:

$$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R} \quad , \quad I_{ins} = \frac{\varepsilon_{ins}}{R}$$

ويمكن ايضا حساب القدرة الآنية (P_{ins}) وومقدار القدرة العظمى (P_{max}) بالعلاقات التالية:

$$P_{ins} = I_{ins}\,\varepsilon_{ins} \quad , \quad P_{ins} = (I_{ins})^2 R \quad , \quad P_{ins} = \frac{(\varepsilon_{ins})^2}{R}$$

$$P_{max} = I_{max}\,\varepsilon_{max} \quad , \quad P_{max} = (I_{max})^2 R \quad , \quad P_{max} = \frac{(\varepsilon_{max})^2}{R}$$

ملاحظة

من المعادلة $[\ \varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max} \sin(\omega t)\ ]$ التي تمثل معادلة للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة التي تتغير جيبيا مع الزمن وهي دالة جيبية، ولذلك عندما يدور الملف دورة كاملة نجد:

1. بعد ربع دورة اي $(\omega t = 90^0 = \frac{\pi}{2})$، تتغير القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة (ε_{ins}) من الصفر عندما $(t = 0)$ حتى تصل الى مقدارها الاعظم (ε_{max})

$$\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max} \Longrightarrow \varepsilon_{max} = N\,A\,B\,\omega$$

2. بعد نصف دورة اي $(\omega t = 180^0 = \pi)$، تتناقص القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة (ε_{ins}) تدريجيا من المقدار الاعظم الى الصفر مرة أخرى.

$$\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max} \sin(\pi) \Longrightarrow \varepsilon_{ins} = 0$$

3. بعد ثلاث ارباع دورة اي $(\omega t = 270^0 = \frac{3\pi}{2})$، تزداد القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة بالاتجاه السالب حتى تصل الى مقدارها الاعظم.

$$\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max} \sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) \Longrightarrow \varepsilon_{ins} = -\,\varepsilon_{max}$$

4. بعد دورة كاملة اي $(\omega t = 360^0 = 2\pi)$، تتناقص القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة (ε_{ins}) تدريجيا من المقدار الاعظم السالب الى الصفر مرة أخرى.

$$\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max} \sin(2\pi) \Longrightarrow \varepsilon_{ins} = 0$$

س/ علام تعتمد ذروة الفولطية (الفولطية العظمى) المتولدة على طرفي ملف يدور بسرعة زاوية منتظمة داخل مجال مغناطيسي منتظم ؟

ج/ تعتمد على :

1- عدد لفات الملف (N) 2- مساحة اللفة الواحدة (A) 3- كثافة الفيض المغناطيسي (B) 4- السرعة الزاوية (ω)

س/ متى تكون الفولطية المحتثة والمتولدة من تدوير ملف نواة المولد جيبية الموجة؟

ج/ 1- عندما تدور النواة بسرعة زاوية منتظمة. 2- عندما يكون الفيض المغناطيسي منتظم.

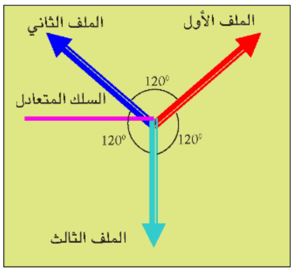
س/ ماذا ينتج من تدوير ملف بسرعة زاوية منتظمة وداخل مجال مغناطيسي منتظم؟

ج/ تنتج فولطية محتثة متناوبة جيبية الموجة.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

مولد تيار المتناوب ذي الاطوار الثلاثة :

س/د3 2014 / مم يتألف مولد التيار المتناوب ذي الاطوار الثلاثة؟ وما الفائدة العملية منه؟ موضحا ذلك بالرسم.



ج/ يتألف من ثلاثة ملفات حول النواة تربط ربطا نجميا (كما في الشكل)، تفصل بينها زوايا متساوية قياسها (120) وتربط اطرافها الاخرى مع سلك يسمى بالسلك المتعادل (او الخط الصفري) والتيار الخارج من هذا المولد ينقل بثلاثة خطوط.

الفائدة العملية منه: أنه يجهز تيارا متناوبا ذا مقدار اكبر من التيار الذي يجهزه مولد التيار المتناوب احادي الطور.

س/ مالغرض من زيادة عدد ملفات مولد التيار المتناوب؟

ج/ للحصول على تيار ذا قيمة اكبر من الذي يولده مولد التيار المتناوب احادي الطور.

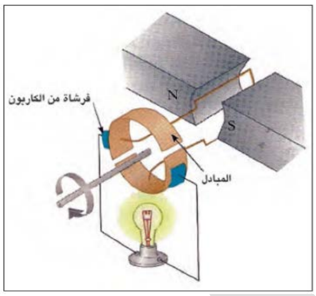
س/ ما الفرق بين مولد التيار المتناوب ذو الاطوار الثلاثة ومولد التيار المتناوب ذو الطور الواحد من حيث التركيب؟

ج/ مولد التيار المتناوب ذو الاطوار الثلاثة يتكون من دوران ثلاثة ملفات تفصل بينها زاويا متساوية القياس قياس كل منها (120) بينما مولد التيار المتناوب ذو الطور الواحد يتكون من دوران ملف واحد.

س/ ما الفائدة العملية من الفرشاتين في المولد الكهربائي؟

ج/ لغرض ربط الملف مع الدائرة الخارجية .

b. مولد التيار المستمر (dc)



يتركب من نفس أجزاء مولد التيار المتناوب (ملف النواة - أقطاب المجال - فرشاتين من الكاربون) ولكن باستبدال حلقتا الزلق بحلقة معدنية واحدة تتالف من نصفين معزولين عن بعضهما عزلا كهربائيا تسميان المبادل.

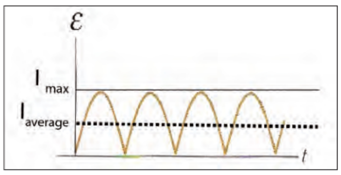
س/ كيف يتم جعل التيار المتناوب ينساب في اتجاه واحد في المولد؟

س/ كيف يتم تحويل مولد التيار المتناوب الى مولد للتيار المستمر؟

ج/ وذلك باستبدال حلقتا الزلق بحلقة معدنية واحدة تتالف من نصفين معزولين عن بعضهما عزلا كهربائيا تسميان المبادل.

س/ ماهو المبادل ؟ وما الفائدة العملية منه؟

ج/ المبادل : هي عبارة عن حلقة معدنية واحدة تتألف من نصفين معزولين عن بعضهما عزلا كهربائيا ويتماسان مع فرشاتين من الكاربون لغرض ربط الملف مع الدائرة الخارجية . ويكون عدد قطع المبادل ضعف عدد ملفات المولد التيار المستمر.



الفائدة العملية منه جعل التيار المناسب في الدائرة الخارجية للملف بأتجاه واحد (يحافظ على اتجاه دائما) ويكون التيار الناتج من هذا المولد تيار نبضي متغير المقدار وثابت الاتجاه كما في الشكل ، حيث يعطى المقدار المتوسط لهذا التيار بالعلاقة التالية :

$$I_{average} = 0.636\ I_{max}$$

س/ ما العلاقة بين عدد قطع المبادل وعدد ملفات المولد التيار المستمر؟

ج/ عدد قطع المبادل ضعف عدد ملفات المولد التيار المستمر (عدد القطع = 2 عدد الملفات).

س/د1 2013، د1 2015/ هل يمكن جعل التيار الخارج من مولد التيار المستمر ذي الملف الواحد اقرب الى تيار النضيدة (ثابت المقدار تقريبا)؟

ج/ نعم يمكن ، وذلك بزيادة عدد الملفات حول النواة تحصر بينها زوايا متساوية.

س/ د2 2015/ ما الغرض من زيادة عدد ملفات نواة مولد التيار المستمر؟

ج/ لجعل التيار الخارج منه اقرب الى تيار النضيدة أي ثابت المقدار تقريبا.

المحركات الكهربائية للتيار المستمر

س/ ماهو المحرك الكهربائي؟

ج/ المحرك الكهربائي : هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية بتوافر مجال مغناطيسي، فعند انسياب تيار مستمر في الحلقة (نتيجة للفولطية الخارجية المسلطة) ، يدور ملف نواة المحرك داخل مجال مغناطيسي بتأثير عزم (يسمى العزم المزدوج) الناتج من القوى المغناطيسية المؤثرة في الحلقة.

س/ ماهو اساس عمل المحرك ؟

ج/ القوة المغناطيسية المؤثرة في حلقة يمر بها تيار كهربائي وموضوع في مجال مغناطيسي، فتدور بتأثير العزم المزدوج.

المولد الكهربائي: هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية بتوافر مجال مغناطيسي ، حيث ان الحلقة الموصلة المقفلة تدور في مجال مغناطيسي تولد تيار كهربائي.

س/ مم يتركب محرك التيار المستمر؟

ج/ يتركب من نفس اجزاء المولد التيار المستمر 1) ملف النواة 2) أقطاب المجال 3) فرشاتين من الكاربون 4)مبادل. ولكن يعمل عكس عمل المولد ، اذ يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية بتوافر مجال مغناطيسي. حيث يجهز بتيار مستمر من مصدر فولطية خارجي فيمر التيار إلى ملفه من خلال المبادل.

- **فالحلقة الموصلة المقفلة بدلا من ان تولد تيار عند دورانها داخل مجال مغناطيسي تزود بتيار كهربائي من مصدر فولطية خارجي فتعمل القوى المغناطيسية المؤثرة في الحلقة على تدويرها بتأثير عزم (يسمى عزم المزدوج) داخل مجال مغناطيسي. وعلى وفق قانون فراداي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة مضادة (ε_{back})على طريق الملف نتيجة لحصول تغير في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن.**

القوة الدافعة الكهربائية المضادة في المحرك (ε_{back})

هي قوة دافعة كهربائية محتثة (فولتية محتثة) تتولد على طرفي ملف نواة المحرك أثناء دورانها داخل المجال المغناطيسي نتيجة حصول تغيير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف (بسبب دوران ملف النواة حول محوره) وفق لقانون فراداي للحث الكهرومغناطيسي، وتكون معاكسة لفولطية المصدر طبقا لقانون لنز.

وتحسب القوة الدافعة الكهربائية المضادة في المحرك وفقا للعلاقة الرياضية الآتية:

$$\varepsilon_{back} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

- ان المحرك الكهربائي يعمل عمل المولد الكهربائي في اثناء دوران نواته (في اثناء اشتغاله).

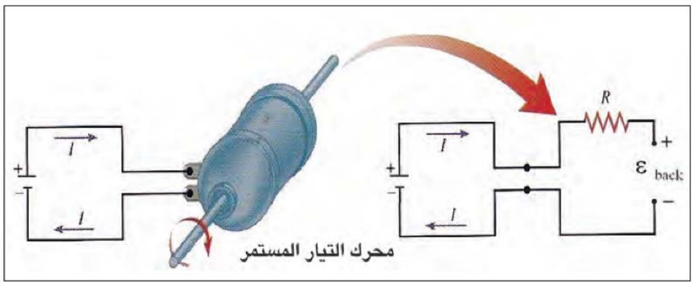
س/ لماذا تسمى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة على طرفي ملف نواة المحرك بالمضادة؟

ج/ لأنها تكون معاكسة للمسبب الذي ولدها (المصدر) وفق قانون لنز.

س/ ماذا يتولد عند دوران ملف نواة المحرك الكهربائي داخل المجال المغناطيسي ؟

ج/ تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة مضادة على طرفي ملف النواة .

- الدائرة الكهربائية المبينة على يسار الشكل التالي توضح انسياب تيار كهربائي قي ملف المحرك نتيجة للفولطية المستمرة المسلطة ($V_{applied}$) بين طرفي ملف نواة المحرك والذي بدوره يتسبب في توليد عزم المزدوج الذي يعمل على تدوير الملف.
- اما الدائرة التي على يمين الشكل توضح تولد القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة ε_{back} على طرفي ملف النواة في اثناء دورانه داخل المجال المغناطيسي على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي.



س/د1 2013، د1 2015، د3 2015/ علام يعتمد مقدار القوة الدافعة الكهربائيةالمحتثة المضادة (ε_{back}) في المحرك الكهربائي للتيار المستمر؟

ج/ تعتمد على :

1- سرعة دوران النواة (أي المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي لوحدة الزمن)
2- عدد لفات الملف .

س/ مالذي يحدد مقدار انسياب مقدار التيار المنساب في دائرة المحرك؟

س/ت 2014/ علام يعتمد مقدار التيار المنساب في دائرة المحرك الكهربائي للتيار المستمر؟

ج/ يعتمد على الفرق بين الفولطية الموضوعة $(V_{applied})$ والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة (ε_{back}) في دائرة المحرك والذي يعطى بالعلاقة الآتية:

$$I = \frac{V_{applied} - \varepsilon_{back}}{R}$$

س/ متى يكون التيار المار في ملف نواة المحرك اعظم ما يمكن ومتى يكون اقل ما يمكن؟

ج/ - يكون اعظم ما يمكن عند بدء الدوران لان القوة الدافعة الكهربائية المضادة = صفر .

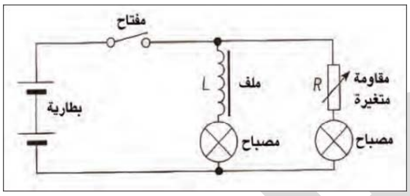
- ويكون اقل ما يمكن عندما تدور النواة بسرعتها الزاوية القصوى بسبب تولد اعظم قوة دافعة كهربائية محتثة مضادة في هذه اللحظة .

المحاثة

هي الصفة التي يمتلكها الملف عندما ينساب تيار متغير في الملف الذي ينتج عنه تغير الفيض المغناطيسي وتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) تعرقل التغير في التيار وتسمى بتأثير المحاثة للملف او الحث الذاتي للملف.

س/ اشرح تجربة تاثير المحاثة للملف او الحث الذاتي للملف؟ مع رسم الدائرة الكهربائية للمحاثة.

س/ هل ان التغير في الفيض المغناطيسي الناتج عن تغير التيار المنساب في الملف، يمكنه توليد قوة دافعة كهربائية في ذلك الملف ؟ وضح ذلك.



ج/ الادوات

مصباحان متماثلان، بطارية، مقاومة متغيرة، ملف، مفتاح، اسلاك توصيل.

الخطوات

1- نربط مصباحان متماثلان على التوازي مع بطارية ثم نربط مقاومة متغيرة (R) على التوالي مع احد المصباحين ونربط ملف مقدار مقاومته تساوي مقدار المقاومة المتغيرة (R) على التوالي مع المصباح الآخر. حيث ان الملف في جوفه قلب من الحديد المطاوع لزيادة كثافة الفيض المغناطيسي لكي يكون تأثيره واضحا .

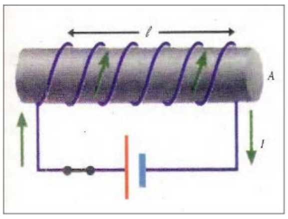
2- عندما نغلق المفتاح في الدائرة . نلاحظ أن كلا المصباحين يتوهجان توهج متساويا في الشدة بعد وصول التيار مقداره الثابت. ولكن لا يصلان ذلك في آن واحد بل هنالك تأخر ملحوظ في الزمن اللازم لتوهج المصباح المربوط على التوالي مع الملف توهجا كاملا عن الزمن اللازم لتوهج المصباح المربوط على التوالي مع المقاومة المتغيرة توهجا كاملا .

الاستنتاج

ان سبب هذا التباطئ في توهج المصباح المربوط على التوالي مع الملف يعزى الى الحث الذاتي التي يمتلكها الملف والتي تسمى تأثير المحاثة للملف .

الحث الذاتي

هي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية محتثة في ملف نتيجة تغير مقدار التيار المنساب لوحدة الزمن في الملف نفسة.



س/ت 2015/ اشرح تجربة توضح ظاهرة الحث الذاتي لمحث؟

ج/

- **نربط دائرة كهربائية مؤلفة من ملف وبطارية ومفتاح على التوالي .**
- **عند لحظة اغلاق المفتاح يتزايد مقدار التيار المار في الملف من الصفر الى مقداره الثابت.**
- **ان التغير في التيار المار في الملف يتسبب في حصول تغير في الفيض المغناطيسي خلاله ، والتغير بالفيض المغناطيسي بدوره يولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية (ε_{ind}) على طرفي الملف تقاوم التغير بالتيار المنساب في الملف نفسه المسبب في توليدها على وفق قانون لنز وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة الحث الذاتي.**

س/ ماهي مبادئ التي يمكن من خلالها تفسير الحث الذاتي لملف؟

ج/ ان -التغير في التيار المنساب يتسبب في حصول تغير في الفيض المغناطيسي بموجب أكتشاف أورستد .

-والتغير في الفيض المغناطيسي يولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية في الملف بموجب قانون فراداي.

-والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة تقاوم التغير الذي سبب تولدها بموجوب قانون لنز.

حساب مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية (ε_{ind}) :

س/ اشتق علاقة لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية (ε_{ind}) في ملف؟

س/ اشتق علاقة رياضية لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة والمتولدة نتيجة تغير في التيار المنساب في الملف نفسة؟

ج/

- **عند انسياب تيار كهربائي مستمر (I) في الملف، فان ذلك يسبب فيضا مغناطيسيا مقداره (Φ_B) يخترق كل لفه من لفات الملف ويتناسب مقداره طرديا مع مقدار التيار. اي إن: ($N\Phi_B \propto I$) فيكون ($N\Phi_B = L\,I$)**

أذن L هي ثابت التناسب وتمثل (معامل الحث الذاتي للملف) و هو خاصية من خواص كل ملف وهو ثابت للملف الواحد لا يتغير الا بتغير خواص ذلك الملف ويكون موجب دائما.

- **واذا تغير التيار بمعدل زمني ($\frac{\Delta I}{\Delta t}$) فأن الفيض المغناطيسي المتولد يتغير بمعدل زمني ($\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$).** $N\,\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t} = L\,\frac{\Delta I}{\Delta t}$
- **وبما ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في الملف، يتناسب مقدارها طرديا مع المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي ($\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$) على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ($\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$). لذلك يمكن حساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة والمتولدة نتيجة تغير في التيار المنساب في الملف نفس بالعلاقة التالية:**

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

معامل الحث الذاتي (L)

هو نسبة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الى المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف نفسه . ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$L = -\frac{\varepsilon_{ind}}{\frac{\Delta I}{\Delta t}}$$

ويقاس معامل الحث الذاتي في النظام الدولي للوحدات بوحدات $(Volt.\frac{second}{Ampere})$ وتسمى هنري H (Henry).

حيث تمثل $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$ المعدل الزمني للتغير في التيار بوحدة $(\frac{A}{s})$.

اما (ΔI) : التغير بالتيار حيث $(\Delta I = I_2 - I_1)$ ويكون هذا التغير موجب عند نمو التيار (تزايد التيار) لان $(I_2 > I_1)$ وسالب عند تلاشي التيار (تناقص التيار) لان $(I_2 < I_1)$.

هنري (H)

هي وحدة معامل الحث الذاتي لملف و وحدة معامل الحث المتبادل لملفين متجاورين، اذا تغير التيار فيه بمعدل $(\frac{Ampere}{second})$ تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) على طرفيه مقدارها فولطا واحدا.

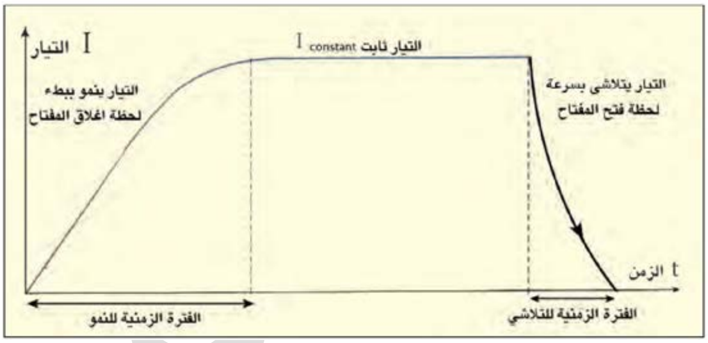
س/د2ت 2013/ علام يعتمد مقدار معامل الحث الذاتي (L) للملف؟

ج/ يعتمد على :

1- عدد لفات الملف 2- حجم الملف 3- الشكل الهندسي للملف 4- النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف.

س/ هل يتغير معامل الحث الذاتي للملف عند أدخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف بدل الهواء؟ ولماذا؟

ج/ نعم يزداد معامل الحث الذاتي للملف عند أدخال قلب من الحديد المطاوع في جوف الملف. وذلك بسبب زيادة كثافة الفيض المغناطيسي بزيادة النفوذية في جوفه.



- الشكل التالي يوضح ان زمن تلاشي التيار من مقداره الاعظم (الثابت) الى الصفر أصغر من زمن تنامي التيار من الصفر الى مقداره الاعظم (الثابت).

س/ علام يعتمد الفيض المغناطيسي الذي يخترق ملف ينساب فيه تيار ؟

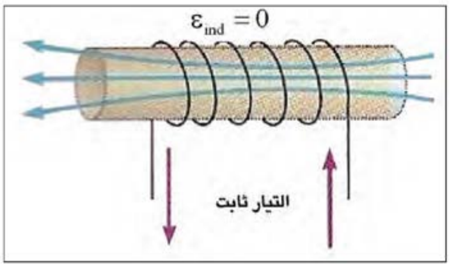
ج/ يعتمد على مقدار التيار المنساب في الملف ويتناسب معه طرديا.

س/ علام يعتمد تغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق ملف ينساب فيه تيار ؟

ج/ يعتمد على تغير التيار المار في الملف ويتناسب معه طرديا.

س/ماذا يحصل للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة عند انسياب [(1) تيار ثابت . (2) تيار متزايد . (3) تيار متناقص .] خلال ملف؟

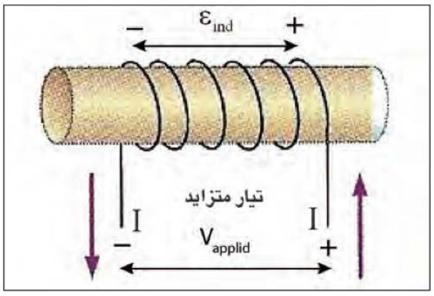
ج/



1- **عند انسياب تيار ثابت المقدار (اعظم مقدار)** $(\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0)$ **، خلال الملف يولد هذا التيار فيضا مغناطيسيا ثابت المقدار خلال الملف، لذا فهو لايتسبب في تولد قوة دافعة كهربائية محتثة** (ε_{ind}) **على طرفي الملف اي إن:** $(\varepsilon_{ind} = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0)$.

لانه المعدل الزمني لتغير التيار فيه يساوي صفر $(\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0)$.

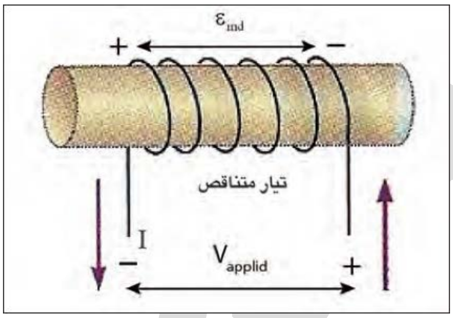
فيعطى صافي الفولطية بالعلاقة: $(V_{applid} = I_{const.} . R)$ ⟶ $(V_{net} = V_{applid})$.



2- **عند انسياب تيار متزايد في الملف** $(\frac{\Delta I}{\Delta t} > 0)$ **، فيولد التيار المتزايد فيضا مغناطيسيا خلال الملف متزايدا ايضا، ونتيجة لذلك تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة** (ε_{ind}) **على طرفي الملف بقطبية معاكسة للفولطية على طرفي الملف فهي تعرقل التزايد في التيار. لذا يكون زمن تنامي التيار من الصفر إلى مقداره الثابت كبيرا، وعندئذ يعطى صافي الفولطية في الدائرة بالعلاقة الآتية:** $V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind}$

إذا كانت (V_{applid}) **تمثل الفولطية الموضوعة على الملف. وإذا كانت مقاومة** (R) **الملف فالمعادلة السابقة تصبح:**

$$I_{inst}. R = V_{applid} - \varepsilon_{ind}$$



3- **عند انسياب تيار متناقص في الملف** $(\frac{\Delta I}{\Delta t} < 0)$ **، فيولد التيار المتناقص فيضا مغناطيسيا خلال الملف متناقصا ايضا، ونتيجة لذلك تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة** (ε_{ind}) **على طرفي الملف وتكون بالقطبية نفسها للفولطية الموضوعة على ملف. وعندئذ يعطى صافي الفولطية في الدائرة بالعلاقة الآتية:** $V_{net} = V_{applid} + \varepsilon_{ind}$

فيكون زمن تلاشي التيار من مقداره الثابت الى الصفر صغيرا نسبة إلى زمن تناميه وذلك بسبب ظهور فجوة هوائية بين جزئي المفتاح تجعل مقاومة الدائرة كبيرة جدا.

س/ لماذا يكون زمن تنامي التيار من الصفر إلى مقداره الثابت كبيرا في الملف ؟

ج/ بسبب خاصية الحث الذاتي للملف وتولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية بقطبية معاكسة للفولطية الموضوعة على الملف فهي تعرقل التزايد في التيار.

س/ لماذا يكون زمن تلاشي التيار من المقدار الاعظم إلى الصفر قصيرا في الملف ؟

ج/ وذلك بسبب تولد قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية (ε_{ind}) **على طرفي الملف بالقطبية نفسها للفولطية الموضوعة على الملف فتزيد من سرعة تلاشي التيار وذلك بسبب ظهور فجوة هوائية بين جزئي المفتاح تجعل مقاومة الدائرة كبيرة جدا.**

الطاقة المختزنة في المحث

تعطى الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث بالعلاقة الآتية: $P.E = \frac{1}{2} L I^2$

اذ إن: L: يمثل مقدار معامل الحث الذاتي للمحث.

I: يمثل مقدار التيار المنساب في المحث.

- يعتبر المحث ملفا مهمل المقاومة، وهذا يعنى ان المحث لايتسبب في ضياع طاقة.

س/ علام تعتمد الطاقة المختزنة في المحث؟

ج/ تعتمد على: 1-معامل الحث الذاتي للمحث (تناسب طردي). 2- مربع التيار المار في المحث (تناسب طردي).

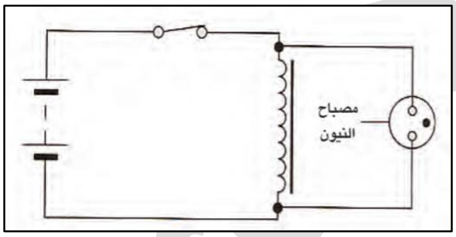
س1/ قارن بين الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة والطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث؟

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي متسعة	والطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث
تتناسب الطاقة الكهربائية المختزنة بين صفيحتي المتسعة طرديا مع مربع الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة: $P.E \propto q^2$ $P.E = \frac{1}{2} \times \frac{q^2}{C}$	تتناسب الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث طرديا مع مربع التيار المنساب الثابت في المحث: $P.E \propto I^2$ $P.E = \frac{1}{2} L I^2$

س/ اشرح نشاط يوضح تولد القوة الدافعة الكهربائية الذاتية (ε_{ind}) على طرفي الملف؟ (تجربة مصباح النيون)

ج/ ادوات النشاط

بطارية ذات فولطية (9V)، مفتاح، ملف سلكي في جوفه قلب من الحديد المطاوع، مصباح نيون يحتاج (80V) ليتوهج



خطوات النشاط:

- نربط الملف والمفتاح والبطارية على التوالي مع بعض.
- نربط مصباح النيون على التوازي مع الملف. لاحظ الشكل.
- نغلق دائرة الملف والبطارية بوساطة المفتاح، لا نلاحظ توهج المصباح.
- نفتح دائرة الملف والبطارية بوساطة المفتاح نلاحظ توهج مصباح النيون بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن، على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة.

الاستنتاج

اولا: عدم توهج مصباح النيون لحظة اغلاق المفتاح كان بسبب الفولطية الموضوعة على طرفيه لم تكن كافية لتوهجه، وذلك لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئا نتيجة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف تعرقل المسبب لها على وفق قانون لنز.

ثانيا: توهج مصباح النيون لحظة فتح المفتاح كان بسبب تولد فولطية كبيرة على طرفيه تكفي لتوهجه. وتفسير ذلك هو نتيجة التلاشي السريع للتيار خلال الملف تتولد على طرفي الملف قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية كبيرة المقدار، فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة يجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه.

س/ د1خارج 2013، د خاص 2014/علل/ يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة، ولا يتوهج عند إغلاق المفتاح ؟

ج/ أن الفولطية الموضوعة على طرفي مصباح عند الغلق غير كافية لتوهجه، وذلك لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئا نتيجة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف تعرقل المسبب لها على وفق قانون لنز.

اما لحظة فتح المفتاح فتتولد فولطية كبيرة على طرفيه الملف تكفي لتوهجه نتيجة التلاشي السريع للتيار خلال الملف تتولد على طرفي الملف قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية كبيرة المقدار، فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة يجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه.

س/ اشتق علاقة لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية؟

ج/

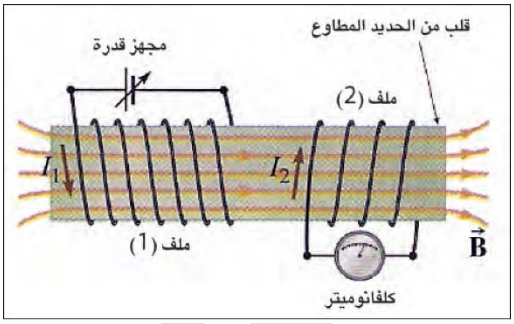
$$N\Phi_B \propto I \Longrightarrow N\Phi_B = L\,I \Longrightarrow \Delta(N\Phi_B) = \Delta(L\,I) \Longrightarrow N\,\Delta\Phi_B = L\,\Delta I$$

$$N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Longrightarrow -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\therefore \varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} \Longrightarrow \varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

الحث المتبادل

هي ظاهرة توليد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي ($\varepsilon_{ind\,(2)}$) نتيجة تغير التيار في الملف الابتدائي لوحدة الزمن.



س/ اشرح تجربة توضح ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين؟

ج/

- **ناخذ ملفين متجاورين ملفوفين حول قلب من الحديد المطاوع احدهما مربوط الى مصدر للفولطية المستمرة ومفتاح ويسمى بالملف الابتدائي والاخر مربوط الى كلفانوميتر ويسمى بالملف الثانوي .**
- **التيار المناسب في الملف الابتدائي (رقم 1) يولد مجالا مغناطيسيا ($\vec{B}$) وفيضه المغناطيسي ($\vec{\Phi}_{(B1)}$) يخترق الملف الثانوي (ملف 2). اذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض المغناطيسي ($\vec{\Phi}_{(B2)}$) الذي أخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن .**
- **وعلى وفق قانون فراداي في الحث الكورومغناطيسي تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة ($\varepsilon_{ind\,(2)}$) في الملف الثانوي ذو عدد اللفات (N_2) .**

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -N_2\frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

- **فعندما ينمو التيار من الصفر الى قيمته الثابتة او يتلاشى من قيمته الثابتة الى الصفر خلال فترة زمنية معينة في الملف الابتدائي ووفقا لظاهرة الحث الذاتي سوف تتولد على طرفي الملف قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية $(\varepsilon_{ind\,(1)})$ ، فضلا عن توليده قوة دافعة كهربائية محتثة$(\varepsilon_{ind\,(2)})$ في ملف اخر مجاور له او محيط به يسمى بالملف الثانوي وفقا لظاهرة اخرى تسمى ظاهرة الحث المتبادل وان مقدار هذه القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي يتناسب طرديا مع المعدل الزمني لتغير التيار في الملف الابتدائي.**

س/د2 2014 / ماذا يحصل؟ ولماذا؟ لو تغير التيار في احد ملفين متجاورين.

س/ ت 2015، د3 2015/ أذا تغير تيار كهربائي منساب في أحد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الآخر؟

ج/ اذا تغير تيار كهربائي منساب في أحد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الآخر ، وعلى وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فإذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي (1) لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض $(\Phi_{B(2)})$. الذي يخترق الملف الثانوي (2) لوحدة الزمن وعلى وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد $(\varepsilon_{ind\,(2)})$ في الملف (2) ذو عدد اللفات (N_2).

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

ويمكن أن تعطى $(\varepsilon_{ind\,(2)})$ بالعلاقة الآتية:

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

التي تولد تيارا محتثا في دائرة الملف الثانوي المقفلة.

M: معامل الحث المتبادل بين الملفين المتجاورين.

س / اثبت ان $\varepsilon_{ind\,(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ ؟

س/ اشتق علاقة لحساب قوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة على طرفي الملف الثانوي عندما ينساب تيار متغير مع الزمن في الملف الابتدائي؟

ج/ • **عندما يمر تيار في الملف الابتدائي (I_1) يولد مجالا مغناطيسيا وفيضه المغناطيسي $\Phi_{B(1)}$ الذي يخترق الملف الثانوي.**

ولقد تبين عمليا ان الفيض المغناطيسي $\Phi_{B(2)}$ الذي يخترق كل لفة من لفات الملف الثانوي يتناسب طرديا مع التيار المنساب في الملف الابتدائي (I_1) . اي ان : $\Phi_{B(2)} \propto I_1$

- **وبهذا يكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق جميع لفات الملف الثانوي ذي عدد اللفات (N_2) يتناسب طرديا مع التيار المنساب في الملف الابتدائي (I_1) . اي ان $N_2\,\Phi_{B(2)} \propto I_1$**
- **وثابت التناسب يسمى معامل الحث المتبادل (M) بين الملفين المتجاورين فيكون: $N_2\,\Phi_{B(2)} = M\,I_1$**
- **وعندما يتغير التيار في الملف الابتدائي بمعدل زمني $(\frac{\Delta I_1}{\Delta t})$ يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي بمعدل زمني $(\frac{N\,\Phi_{B(2)}}{\Delta t})$. وبما ان: $\varepsilon_{ind\,(2)} = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$**

لذلك يمكن كتابة بالعلاقة الاتية:

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

س/ علام يعتمد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي ؟

ج/ يعتمد على مقدار التيار المنساب في الملف الابتدائي ويتناسب معه طرديا.

معامل الحث المتبادل (M) بين الملفين المتجاورين

هو نسبة القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي $\varepsilon_{ind\ (2)}$ الى المعدل الزمني للتغير في التيار في الملف الابتدائي ويقاس بوحدة الهنري (H).

$$M = -\frac{\varepsilon_{ind\ (2)}}{\frac{\Delta I_1}{\Delta t}}$$

س/ ما المقصود بان معامل الحث المتبادل بين ملفين يساوي 0.7 H ؟

ج/ يعني ذلك بان النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف الثانوي الى المعدل الزمني لتغير التيار في الملف الابتدائي تساوي 0.7 H.

س/ علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين اذا كان الملفان في الهواء ؟

ج/ يعتمد على

1- ثوابت الملفين (L_1 و L_2) اي (حجم كل ملف والشكل الهندسي لكل ملف وعدد حلقات كل ملف والنفوذية المغناطيسية للمادة في جوف كل ملف).

2- وضعية كل ملف.

3- الفاصلة بين الملفين.

س/د2 2015/ علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين يتوافر بينهما ترابط مغناطيسي تام؟

س/ علام يعتمد معامل الحث المتبادل بين ملفين في حالة وجود قلب من الحديد ومغلق بين الملفين (كما في المحولة)؟

ج / يعتمد فقط على ثوابت الملفين (L_1 و L_2). اي (حجم كل ملف والشكل الهندسي لكل ملف وعدد حلقات كل ملف والنفوذية المغناطيسية للمادة في جوف كل ملف).

س/ ماذا يحصل عند وجود قلب من الحديد مغلق بين الملفين؟

س/ ماذا يحصل عندما يكون الملفان المتجاورين ملفوفين على قلب مغلق من الحديد المطاوع؟

ج/ يحصل اقتران مغناطيسي تام بين الملفين كما في حالة المحولة الكهربائية. فأن معامل الحث المتبادل بين ملفين يعتمد فقط على ثوابت الملفين ويعطى بالعلاقة التالية:

$$M = \sqrt{L_1 \times L_2}$$

س/ متى يكون الترابط تام بين ملفين متجاورين؟

ج/ عندما يلف الملفان على قلب مغلق من الحديد المطاوع.

س/ اين تستثمر ظاهرة الحث المتبادل (الفائدة العملية لظاهرة الحث المتبادل)؟

ج/ تستثمر ظاهرة الحث المتبادل في استعمال جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ (TMS).

س/ ما هو أساس عمل جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ؟

ج/ ظاهرة الحث المتبادل .

س/ وضح كيف يعمل جهاز التحفيز المغناطيسي خلال الدماغ؟

ج/ يسلط تيار متغير مع الزمن على الملف الابتدائي الذي يمسك على منطقة دماغ المريض، فالمجال المغناطيسي المتغير المتولد بوساطة هذا الملف يخترق دماغ المريض مولدا قوة دافعة كهربائية محتثة فيه. وهذه بدورها تولد تيارا محتثا يشوش الدوائر الكهربائية في الدماغ وبهذه الطريقة تعالج بعض أعراض الأمراض النفسية مثل الكأبة.

س/ اشتق علاقة لحساب القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة على طرفي الملف الثانوي؟

ج/

$$\Phi_{B(2)} \propto I_1 \Longrightarrow N_2\,\Phi_{B(2)} \propto I_1 \Longrightarrow N_2\,\Phi_{B(2)} = M\,I_1$$

$$\Delta(N_2\,\Phi_{B(2)}) = \Delta(M\,I_1) \Longrightarrow N_2\,\Delta\Phi_{B(2)} = M\;\Delta I_1 \Longrightarrow N_2\,\frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t} = M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$-N_2\,\frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t} = -M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -N_2\,\frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t} \Longrightarrow \varepsilon_{ind\,(2)} = -M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

المجالات الكهربائية المحتثة

س/ماهي مسببات التيار المحتث في حلقة موصلة مقفلة موضوعة داخل مجال مغناطيسي ثابت؟ وما القوى التي تدفع الشحنات الكهربائية لتحريكها خلال تلك الحلقة؟

س/ ما سبب حركة الشحنات الكهربائية داخل حلقة موصلة مقفلة موضوعة داخل مجال مغناطيسي ثابت المقدار؟

ج/ المجالات الكهربائية والمغناطيسية هي المسؤولة عن حركة الشحنات خلال حلقة موصلة مقفلة. فالقوى المغناطيسية تكون مسؤولة عن توليد قوة الدافعة الكهربائية الحركية في الموصل المتحرك داخل مجال مغناطيسي ثابت.

س/ ماهو سبب حدوث التيارات المحتثة في حلقة موصلة مقفلة ثابتة في موضوعها نسبة الى المجال المغناطيسي متغير المقدار؟

س/ ما سبب حركة الشحنات الكهربائية داخل حلقة موصلة ساكنة نسبة إلى فيض مغناطيسي متغير المقدار؟

ج/ أن سبب حركة الشحنات داخل الحلقة هو تولد مجال كهربائي محتث يؤثر في هذه الشحنات الكهربائية باتجاهات مماسية دائما.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

المجال الكهربائي المحتث (المجال الكهربائي الغير مستقر)

هو المجال المتولد في حلقة موصلة مقفلة نتيجة للتغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن $(\frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t})$. الذي يخترق الحلقة.

س/ لماذا يتولد مجال كهربائي محتث يؤثر في حلقة موصلة ساكنة يخترقها فيض مغناطيسي متزايد؟

ج/ وذلك بسبب التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن الذي يخترق الحلقة.

س/ ما العامل الأساسي لتوليد تيار محتث في حلقة موصلة مقفلة ساكنة نسبة إلى فيض مغناطيسي متغير المقدار؟

ج/ المجال الكهربائي المحتث هو سبب تولد التيار المحتث في الحلقة الموصلة المقفلة.

س/ ما المقصود بالمجالات الكهربائية المستقرة ؟

ج/ هي مجالات تنشأ بوساطة الشحنات الكهربائية الساكنة.

س/د3م 2015/ ما المقصود بالمجالات الكهربائية المستقرة والمجالات الكهربائية الغير مستقرة ؟

المجالات الكهربائية المستقرة	المجالات الكهربائية الغير المستقرة (د2 2013، د1خارج 2014)
هي المجالات الكهربائية التي تنشأ بوساطة الشحنات الكهربائية الساكنة. -كما يحصل في المجال الكهربائي الذي تولده شحنة كهربائية مستقرة.	هي المجالات الكهربائية التي تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة في الفيض المغناطيسي. -كما يحصل في تولد الموجات الكهرومغناطسية في الفراغ

بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

س/ اذكر بعض التطبيقات العملية لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي؟

ج/ 1. بطاقة الائتمان 2. القيثار الكهربائي 3. الطباخ الحثي

بطاقة الائتمان

س/ ماهو مبدأ عمل بطاقة الائتمان ؟ ثم اشرح كيفية عمل بطاقة الائتمان؟

ج/ مبدأ العمل :هي ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.

كيفية العمل: عند تحريك بطاقة الائتمان (بطاقة خزن المعلومات) المغنطة امام ملف سلكي يستحث تياركهربائي ثم يضخم هذا التيار ويحول إلى نبضات للفولطية تحتوي المعلومات.

س/ ماذا يحصل عند تحريك بطاقة الائتمان المغنطة امام ملف سلكي؟

ج/ يتولد تيار محتث ثم يضخم هذا التيار ويحول إلى نبضات للفولطية تحتوي المعلومات.

القيثار الكهربائي

س/ ماهو مبدأ عمل القيثار الكهربائي ؟ ثم اشرح كيفية عمل القيثار الكهربائي؟

ج/ **مبدأ العمل:** هي ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.

كيفية العمل : حيث تتمغنط اوتار القيثار الكهربائي المعدنية (المصنوعة من مواد فيرومغناطيسية) اثناء اهتزازها بوساطة ملفات سلكية يحتوي كل منها بداخله ساقا مغناطيسية، توضع هذه الملفات في مواضع مختلفة تحت الاوتار المعدنية للقيثار الكهربائي وعندما تهتز هذه الاوتار يستحث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الاوتار. ثم يوصل الى مضخم.

س/ ماذا يحصل عندما تهتز اوتار القيثار الكهربائي؟

ج/ يستحث تيار كهربائي متناوب تردده يساوي تردد الاوتار ثم يوصل إلى مضخم.

الطباخ الحثي

س/ ماهو مبدأ عمل الطباخ الحثي ؟ ثم اشرح كيفية عمل الطباخ الحثي ؟

ج/ **مبدأ العمل:** هي ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.

كيفية العمل : يوضع ملف سلكي تحت السطح العلوي للطباخ ينساب فيه تيار متناوب ويحث هذا التيار مجالا مغناطيسيا متناوبا ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الاناء اذا كان مصنوعا من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدة الاناء المعدني ، وبذلك تسخن قاعدة الاناء فيغلي الماء الذي يحتويه.
اما اذا كان الوعاء من الزجاج فلا تتولد تيارات دوامة في قاعدته لان الزجاج مادة عازلة ولايسخن الماء الذي يحتويه . وعندما نلمس السطح العلوي للطباخ الحثي لانشعر بسخونة السطح.

علل/د1 2014/ يغلي الماء داخل الاناء المعدني الموضوع على السطح العلوي لطباخ حثي ولا يغلي الماء الذي في داخل اناء زجاجي موضوع مجاور له وعلى السطح العلوي للطباخ نفسه؟

ج/ عندما يوضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف سلكي ينساب فيه تيار متناوب ويحث هذا التيار مجالا مغناطيسيا متناوبا ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الاناء المصنوع من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدة الإناء فيغلي الماء الموضوع فيه . بينما الوعاء المصنوع من الزجاج لا تتولد فيه تيارات دوامة في قاعدته (لان الزجاج مادة عازلة) فلا تتولد فيه حرارة ولا يسخن الماء الذي يحتويه .

علل/ ت 2016 / لاتشعر بسخونة السطح العلوي للطباخ الحثي عند لمسه باليد؟

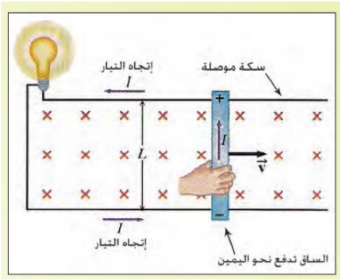
ج/وذلك بسبب عدم تولد تيارات دوامة تخترق اليد.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الثاني أمثلة الحث الكهرومغناطيسي

أمثلة

س1/ د1 2014/ افرض ان ساقا موصلة طولها $(1.6m)$ انزلقت على سكة موصلة بانطلاق $(5\,\frac{m}{s})$ باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(0.8T)$. وكانت مقاومة المصباح المربوط مع السكة على التوالي (128Ω) لاحظ الشكل ، (اهمل المقاومة الكهربائية للساق والسكة) واحسب مقدار:-



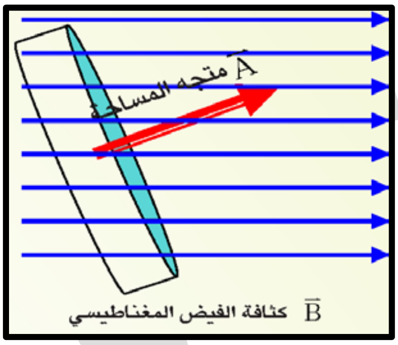
1. القوة الدافعة الكهربائية الحركية المحتثة.
2. التيار المحتث في الدائرة.
3. القدرة الكهربائية المجهزة للمصباح.

1. $\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell = 5 \times 0.8 \times 1.6 = 6.4\ V$
2. $I = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{6.4}{128} = 0.05A$
3. $P_{dissipated} = I^2\,R = (0.05)^2 \times 128 = 0.32\ W$

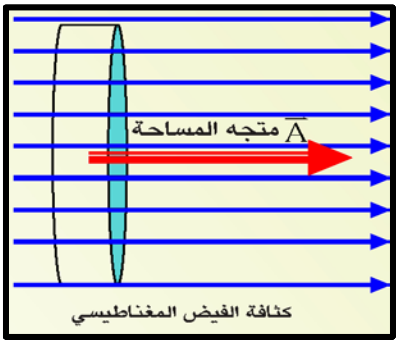
س2/ حلقة دائرية موصلة قطرها $(0.4m)$ وضعت داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(B = 0.5T)$ ويتجه باتجاه موازٍ لمتجه مساحة الحلقة $\vec{A}$.

1. احسب مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة لاحظ الشكل (1).
2. مامقدار الفيض المغناطيسي، على فرض ان الحلقة دارت باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة لحين صار متجه المساحة $\vec{A}$ يصنع زاوية $(\theta = 45^0)$ مع اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$. لاحظ الشكل (2).

الشكل 2



الشكل 1



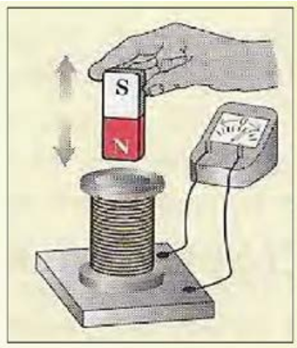
$A = \pi\,r^2 = 3.14 \times (0.2)^2 = 12.56 \times 10^{-2}\ m^2$

1. $\Phi_B = B\,A = 0.5 \times 12.56 \times 10^{-2} = 6.28 \times 10^{-2}\ Web$
2. $\Phi_B = B\,A\cos\theta = 0.5 \times 12.56 \times 10^{-2}\ \cos 45^0 = 6.28 \times 10^{-2} \times 0.707$

   $\Phi_B = 4.44 \times 10^{-2}\ Web$

س3/ د2 2014/ الشكل (1) يوضح ملفا يتألف من 50 لفة متماثلة ومساحة اللفة الواحدة $(20cm^2)$. فاذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف من (0.0T الى 0.8 T) خلال زمن 0.4s احسب:

1. معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في الملف.
2. مقدارالتيار المنساب في الدائرة اذا كان الملف مربوط بين طرفي كلفانوميتر والمقاومة الكلية في الدائرة (80Ω).



$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.8 - 0 = 0.8T$

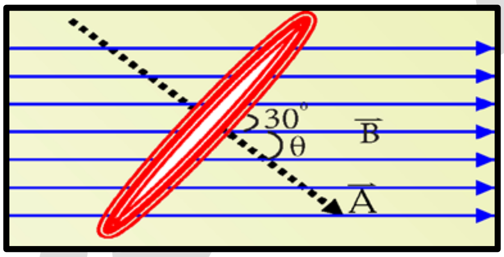
$A = 20cm^2 = 20 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-3} m^2$

1. $\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\,A\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t} = -50 \times 2 \times 10^{-3} \times \cos0^o\,\frac{0.8}{0.4}$

$\varepsilon_{ind} = -0.2V$

2. $I = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{0.2}{80} = 25 \times 10^{-4}A$

س4/ في الشكل (1) ملف سلكي يتألف من 500 لفة دائرية قطرها (4 cm) وضع بين قطبي مغناطيس، ذي فيض مغناطيسي منتظم، عندما كان الفيض المغناطيسي يصنع زاوية 30^o مع مستوى اللفة، فإذا تناقصت كثافة الفيض المغناطيسي خلال الملف بمعدل $0.2\frac{T}{s}$. احسب معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف.



$A = \pi\, r^2 = 3.14 \times (2 \times 10^{-2})^2 = 12.56 \times 10^{-4}\ m^2$

$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\,A\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t} = -500 \times 12.56 \times 10^{-4} \times \cos60^o \times (-0.2)$

$\varepsilon_{ind} = 628 \times 10^{-4}\ V$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س5/ د1خارج 2014 ، د2 2014، ت 2016/ ملف معامل حثه الذاتي (2.5 mH) وعدد لفاته (500) لفة، ينساب فيه تيار مستمر (4 A)، احسب :

1. **مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة.**
2. **الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للملف.**
3. **معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف إذا انعكس اتجاه التيار خلال (0.25s).**

$$L = 2.5\text{ mH} = 2.5\times10^{-3} = 25\times10^{-4}\text{H}$$

1. $N\Phi_B = L\,I \Longrightarrow \Phi_B = \frac{L\,I}{N} = \frac{25\times10^{-4}\times4}{500} = 0.2\times10^{-4} = 2\times10^{-5}\text{ Web}$
2. $P.E = \frac{1}{2}L\,I^2 = \frac{1}{2}\times25\times10^{-4}\times(4)^2 = 0.02\text{ J}$
3. $\Delta I = I_2 - I_1 = -I - I = -2\,I = -2\times4 = -8A$

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -25\times10^{-4}\times\frac{-8}{0.25} = 0.08\text{ V}$$

س6/ د1 2013/ ملفان متجاوران ملفوفين حول حلقة مقفلة من الحديد المطاوع، ربط بين طرفي الملف الابتدائي بطارية فرق الجهد بين طرفيها (100V) ومفتاح على التوالي. فاذا كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.5H). ومقاومته (20 Ω) احسب مقدار:

1. **المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الابتدائي لحظة اغلاق الدائرة.**
2. **معامل الحث المتبادل بين الملفين اذا تولدت قوة دافعة كهربائية محتثة بين طرفي الملف الثانوي مقدارها (40V) لحظة اغلاق المفتاح في دائرة الملف الابتدائي.**
3. **التيار الثابت المنساب في دائرة الملف الابتدائي بعد اغلاق الدائرة.**
4. **معامل الحث الذاتي للملف الثانوي.**

1. $V_{app} = L_1\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + I_{ins}R_1 \Longrightarrow 100 = 0.5\frac{\Delta I_1}{\Delta t} + 0 \Longrightarrow \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{100}{0.5} = 200\frac{A}{s}$
2. $\varepsilon_{ind2} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \Longrightarrow -40 = -M\times200 \Longrightarrow M = \frac{-40}{-200} = 0.2\text{ H}$
3. $I = \frac{V_{app}}{R} = \frac{100}{20} = 5\text{ A}$
4. $M = \sqrt{L_1\times L_2} \Longrightarrow 0.2 = \sqrt{0.5\times L_2} \Longrightarrow 0.04 = 0.5L_2$

$$L_2 = \frac{0.04}{0.5} = 0.08H$$

س7/ د2 2013/ ملف مقاومته (12 Ω) وكانت الفولتية الموضوعة في دائرته (240 V) والطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف عند ثبوت التيار (360 J) احسب :

1.معامل الحث الذاتي للملف   2 . القوة الدافعة المحتثة لحظة غلق الدائرة.

3.المعدل الزمني لتغير التيار لحظة ازدياد التيار الى (80 %) من مقداره الثابت .

س8/د1خ 2015/ ملفان متجاوران بينهما أقتران مغناطيسي تام ، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.1 H) ومقاومته (20 Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9 H) ، طبقت على الملف الابتدائي فولطية مستمرة ، عند اغلاق دائرة الملف الابتدائي ووصول التيار الى (80%) من مقداره الثابت كانت الفولطية المحتثة في الملف الإبتدائي (18 V). إحسب مقدار:

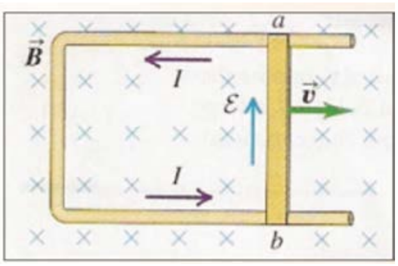
a. **معامل الحث التبادل بين الملفين.**

b. **الفولطية الموضوعة في دائرة الملف الابتدائي.**

c. **المعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الإبتدائي.**

d. **القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في دائرة الثانوي في تلك اللحظة.**

س9/د1ن 2015/ إفرض أن الساق الموصلة في الشكل المجاور طولها (2m) ومقدار السرعة التي يتحرك بها $(2\frac{m}{s})$ والمقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها (0.4 Ω) وكان مقدار التيار المحتث في الحلقة (7A) احسب مقدار :



a. **القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق .**

b. **التيار المحتث في الحلقة .**

c. **القوة الساحبة للساق.**

d. **القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة .**

س10/د2ن 2015/اذا كانت الطاقة المختزنة في ملف معامل حثه الذاتي تساوي (0.6H) وعدد لفاته (100) لفة هي (4.8 J) احسب:

a. **مقدار الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة.**

b. **معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس التيار خلال (0.24 s) .**

س11/د1خا 2013/ملف لمولد دائري الشكل مساحته $(4\pi \times 10^{-4} m^2)$ عدد لفاته (60) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\frac{1}{\pi} T)$ بسرعة زاوية مقدارها $(500 \frac{rad}{s})$. وكان المقدار الاعظم للتيار المناسب في الحمل (0.5A) جد مقدار:

1. **أعظم مقدار للفولتية المحتثة على طرفي الملف.** 2. **القدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد.**

قوانين الفصل الثاني

1. تأثير كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي في الجسيمات المشحونة المتحركة خلاله:

	مجال كهربائي	مجال مغناطيسي	مجال كهربائي ومغناطيسي
اتجاه	$\vec{F}_E = q\vec{E}$	$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$	$\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_E + \vec{F}_B$
مقدار	$F_E = qE$	$F_B = q\,v\,B\,\sin\theta$	
اذا قذف جسيم في مجال	الجسيم سيتأثر بقوة كهربائية $(\vec{F}_E)$ بمستوٍ موازٍ لخطوط المجال الكهربائي	الجسيم سيتأثر بقوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ بمستوٍ عمودي على الفيض المغناطيسي ويتخذ الجسيم مسار دائري	الجسيم سيتأثر بقوة لورنز

أتجاه	اذا قذف جسيم في مجال مغناطيسي
$\vec{V} \perp \vec{B}$	أن $(\theta = 90^0)$ وأن $(\sin 90 = 1)$ فأن الجسيم المشحون المتحرك داخل المجال المغناطيسي سيتأثر بأعظم قوة مغناطيسية.
$\vec{V} // \vec{B}$	أن $(\theta = 0^0)$ وأن $(\sin 0 = 0)$ فلا يتأثر الجسيم بأي قوة مغناطيسية.

2. الفيض المغناطيسي $(\vec{\Phi}_B)$:

الفيض المغناطيسي $(\vec{\Phi}_B)$	متجه	$\vec{\Phi}_B = \vec{A}.\vec{B}$
	مقدار	$\Phi_B = B\,A\cos\theta$
	وحدة القياس	تقاس بوحدة (Weber) ويرمز لها (Wb) حيث $(wb = 10^8\ Maxwell)$
حيث ان $(\vec{B})$ هي كثافة الفيض المغناطيسي وتقاس بوحدة $(\frac{Wb}{m^2})$ او بوحدة التسلا (T) او بوحدة الكاوس (G) حيث $(T = 10^4\ Gauss)$ و $(\vec{A})$ المساحة السطحية للحلقة وتقاس بوحدة (m^2) و (θ) الزاوية بين متجه كثافة الفيض المغناطيسي $(\vec{B})$ ومتجه مساحة السطح $(\vec{A})$.		
$\vec{A} \perp \vec{B}$	$(\theta = 90^0)$ وأن $(\cos 90 = 0)$ في هذه الحالة لا يتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة.	
$\vec{A} // \vec{B}$	$(\theta = 0^0)$ وأن $(\cos 0 = 1)$ في هذه الحالة يكون الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة بأعظم مقدار $(\Phi_B = B\,A)$.	

3. القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$ (هي فرق جهد كهربائي محتث)

القوة الدافعة الكهربائية الحركية $(\varepsilon_{motional})$ لساق موصلة متحركة في مجال مغناطيسي	$\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell\,\sin\theta$ ساق طولها (ℓ) وسرعتها (v)	تقاس بوحدة الفولط (V)
$(\vec{V} \perp \vec{B})$ (سحبت ساق او ساق تتحرك بسرعة) $(\theta = 90^0)$ وأن $(\sin 90 = 1)$	$\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell$	تتولد اعظم قوة دافعة كهربائية محتثة حركية
$(\vec{V} // \vec{B})$ $(\theta = 0^0)$ وأن $(\sin 0 = 0)$	$\varepsilon_{motional} = 0$	لا تتولد قوة دافعة على طرفي الساق
حساب التيار المحتث لدائرة مقاومتها الكلية (R)	$I = \frac{v\,B\,\ell}{R} \Longrightarrow I = \frac{\varepsilon_{motional}}{R}$	
حساب القدرة الضائعة او المتبددة او المجهزة في الدائرة $(P_{dissipated})$	$P_{dissp.} = I^2 R = I\,\varepsilon_{motion.} = \frac{(v\,B\,\ell)^2}{R^2} R = \frac{v^2 B^2 \ell^2}{R}$	
القدرة المكتسبة التي تنجزها القوة الساحبة لساق موصلة	$P = \frac{w}{t} = \frac{F_{pull}.X}{t} = F_{pull}.\,v = \frac{v^2 B^2 \ell^2}{R}$	

4. قانون فراداي (يستخدم عندما يوجد في السؤال عدد لفات ومساحة وكثافة فيض مغناطيسي)

$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$	حساب معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind})
$\varepsilon_{ind} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta$	عندما يكون هناك تغير في كثافة الفيض المغناطيسي $(\Delta B = B_2 - B_1)$ (وجود تغير او نمو او تلاشي في الفيض)
$\varepsilon_{ind} = -NB\frac{\Delta A}{\Delta t}\cos\theta$	عندما يكون هناك تغير بالمساحة $(\Delta A = A_2 - A_1)$ (حلقة كبست او سحبت)
$\varepsilon_{ind} = -NAB\frac{\Delta\cos\theta}{\Delta t}$	عندما يكون هناك تغير في الزاوية (حالة المولد) $(\Delta\cos\theta = \cos\theta_2 - \cos\theta_1)$
$I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R}$	لحساب التيار المحتث لدائرة خارجية مقفلة مقاومتها الكلية (R)

5. المولد الكهربائي

$\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$ $I_{ins} = I_{max}\sin(\omega t)$	(ε_{ins}) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة او الفولطية الانية (اللحظية) للمولد (I_{ins}) التيار المحتث الآني و (I_{max}) المقدار الاعظم للتيار المحتث
$\varepsilon_{max} = -N\,A\,B\,\omega$	(ε_{max}) المقدار الاعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ذروة الفولطية المحتثة). حيث ان (N) عدد اللفات و (ω) السرعة الزاوية منتظمة $(\omega = 2\pi f)(\frac{rad}{s})$
حساب التيار المحتث الآني (I_{ins}) والقدرة الانية (P_{ins})	$I_{ins} = \frac{\varepsilon_{ins}}{R}$ $P_{ins} = I_{ins}\,\varepsilon_{ins}$, $P_{ins} = (I_{ins})^2 R$, $P_{ins} = \frac{(\varepsilon_{ins})^2}{R}$
حساب التيار المحتث الآني (I_{max}) والقدرة الانية (P_{max})	$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{R}$ $P_{max} = I_{max}\,\varepsilon_{max}$, $P_{max} = (I_{max})^2 R$, $P_{max} = \frac{(\varepsilon_{max})^2}{R}$

6. الحث الذاتي (توليد ε_{ind} في ملف نتيجة تغير مقدار التيار المنساب لوحدة الزمن)

$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$, $\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$	القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية حيث ان : $\Delta\Phi_B = \Phi_2 - \Phi_1$, $\Delta I = I_2 - I_1$ حيث ان L معامل الحث الذاتي ويقاس بوحدة الهنري H وهي قيمة موجبة
$N\Phi_B = L\,I$, $N\,\Delta\Phi_B = L\,\Delta I$	علاقة الفيض بالتيار و علاقة التغير بالفيض والتغير بالتيار
$N\,\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = L\,\frac{\Delta I}{\Delta t}$	اذا تغير التيار بمعدل زمني فأن الفيض المتولد يتغير بمعدل زمني
$P.E = \frac{1}{2}L\,I^2$	حساب الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث

عندما يكون هناك ملف يسلط عليه فرق جهد خارجي (V_{applid}) في دائرة مقاومتها الكلية (R) يسري فيها تيار ثابت $(I_{const.})$

$$V_{applid} = V_{net} + \varepsilon_{ind} \Longrightarrow V_{applid} = I_{inst.}R + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

1. لحظة غلق الدائرة (المفتاح) $(I_{inst} = 0)$ اعظم مايمكن (ε_{ind}) (المقدار الاعظم)	$V_{applid} = \varepsilon_{ind}$, $V_{applid} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$
2. تيار ثابت المقدار (المقدار الاعظم للتيار) بعد غلق المفتاح بمدة $(I_{const.} = I_{inst.})$ $(\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0)$, $(\varepsilon_{ind} = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0)$،	$V_{applid} = I_{const.}R$
3. عند انسياب تيار متزايد في الملف $(\frac{\Delta I}{\Delta t} > 0)$ (بعد غلق المفتاح بلحظات)	$V_{applid} = I_{inst.}R + \varepsilon_{ind}$ $V_{applid} = L\frac{\Delta I}{\Delta t} + \frac{X}{100}V_{applid}$
4. عند انسياب تيار متناقص في الملف $(\frac{\Delta I}{\Delta t} < 0)$	$V_{applid} = I_{inst.}R - \varepsilon_{ind}$
عند ازدياد التيار الآني ليصل $(X\%)$ من مقداره الثابت (الاعظم)	$I_{inst.} = X\%\ I_{const.}$
عندما يصل مقدار الفولطية المحتثة $(X\%)$ من فولطية المصدر	$\varepsilon_{ind} = X\%\ V_{applid}$

7. الحث المتبادل (توليد $\varepsilon_{ind\ (2)}$ في الملف الثانوي نتيجة تغير التيار في الملف الابتدائي لوحدة الزمن)

$\varepsilon_{ind\ (2)} = -M\,\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ $\varepsilon_{ind\ (2)} = -N_2\,\frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$	قوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة على طرفي الملف الثانوي عندما يمر تيار في الملف الابتدائي $\Delta\Phi_{B_2} = \Phi_2 - \Phi_1$, $\Delta I_1 = I_2 - I_1$ حيث ان M معامل الحث المتبادل ويقاس بوحدة الهنري H وهي قيمة موجبة
$M = \sqrt{L_1 \times L_2}$	علاقة لحساب معامل الحث المتبادل في حال وجود ملفان بينهما اقتران (ترابط) مغناطيسي تام او ملفان متجاوران بينهما قلب مغلق من الحديد.
$N_2\ \Phi_{B(2)} = M\,I_1$ $N_2\ \Delta\Phi_{B(2)} = M\ \Delta I_1$	اذا وجد في القانون تيار وعدد لفات فيمكن حساب الفيض
$N_2\ \frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t} = M\ \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$	اذا تغير التيار بمعدل زمني فأن الفيض المتولد يتغير بمعدل زمني

في حالة ملف معامل حثه الذاتي L مربوط بفولطية مسلطة حيث ينساب تيار في الحالات التالية

تيار ثابت المقدار

بعد غلق المفتاح بفترة

$$V_{net} = V_{applid}$$

$$I_{const.} \cdot R = V_{applid}$$

تيار متزايد

(لحظة غلق المفتاح)

$$V_{net} = V_{applid} - \varepsilon_{ind}$$

$$I_{const.} \cdot R = V_{applid} - L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

تيار متناقص

(لحظة فتح المفتاح)

$$V_{net} = V_{applid} + \varepsilon_{ind}$$

$$I_{const.} \cdot R = V_{applid} + L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

عند ازدياد التيار الآني ليصل $(X\%)$ من مقداره الثابت (الاعظم)

$$I_{inst.} = X\%\ I_{const.}$$

عندما يصل مقدار الفولطية المحتثة $(X\%)$ من فولطية المصدر

$$\varepsilon_{ind} = X\%\ V_{applid}$$

أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind})

1. قوة دافعة كهربائية حركية محتثة ($\varepsilon_{motional}$): في حالة ساق موصلة طولها ℓ تتحرك بسرعة v داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B.

$\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell\,\sin\theta$ | $F_{pull} = I\,\ell\,B = \frac{v\,B^2\,\ell^2}{R}$ | $P_{dissp.} = I^2 R = \frac{v^2\,B^2\,\ell^2}{R}$ | $I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R}$

2. قانون فرداي: تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) على طرفي ملف او حلقة ي حالة .

$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ | $\Phi_B = B\,A\cos\theta$

$B = \frac{\Phi_B}{A\cos\theta}$

$\Delta\Phi_B$:
- $\Delta\Phi_B = (\Delta A)B\cos\theta$
- $\Delta\Phi_B = A(\Delta B)\cos\theta$
- $\Delta\Phi_B = AB(\Delta\cos\theta)$

أذ تمثل Φ_B : الفيض المغناطيسي ويقاس بوحدة الويبر (Wb).

B : كثافة الفيض المغناطيسية وتقاس بالتسلا (T) او ($\frac{Wb}{m^2}$).

3. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) المتولدة على طرفي ملف نواة في مولد كهربائي

ε_{ind}:
- ε_{ins} → $\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max}\sin(\omega t)$, $I_{ins} = I_{max}\sin(\omega t)$
- ε_{max} → $\varepsilon_{max} = N\,A\,B\,\omega$, $\omega = 2\pi f$

$I_{(ins,max)} = \frac{\varepsilon_{(ins,max)}}{R}$ | $P_{(ins,max)} = I_{(ins,max)}\,\varepsilon_{(ins,max)}$

أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

6. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة (ε_{back}) المتولدة على طرفي نواة لمحرك

$\varepsilon_{back} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ | $I = \frac{V_{applied} - \varepsilon_{back}}{R}$

5. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية (ε_{ind}) المتولدة على طرفي ملف عدد لفاته N ومعامل حثه الذاتي L .

$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ | $N\Phi_B = L\,I$ | $N\,\Delta\Phi_B = L\,\Delta I$ | $P.E = \frac{1}{2}L\,I^2$

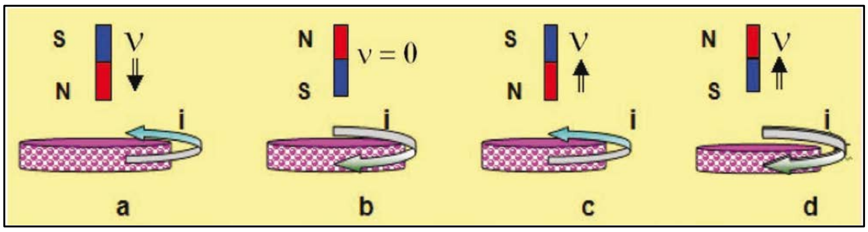
4. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة الذاتية الثانية (ε_{ind2}) المتولدة على طرفي الملف الثانوي . عند تسليط فولطية على طرفي الملف الابتدائي.

$\varepsilon_{ind\,(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ | $N_2\,\Phi_{B(2)} = M\,I_1$ | $N_2\,\Delta\Phi_{B(2)} = M\,\Delta I_1$ | $M = \sqrt{L_1 \times L_2}$

أسئلة الفصل الثاني

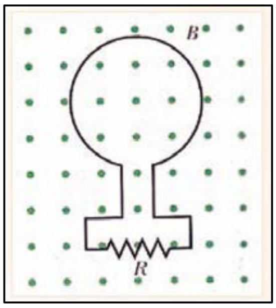
س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- أي من الأشكال الاتية تبين فيه الإتجاه الصحيح للتيار الكهربائي المحتث في الحلقة الموصلة.



الجواب: (a)

2- في الشكل التالي حلقة من مادة من النحاس وضعت في مستوى الورقة وموصولة مع المقاومة R سلط مجال مغناطيسي بإتجاه عمودي على مستوى الورقة خارجا من الورقة في أي حالة من الحالات التالية ينساب تيار محتث في المقاومة R إتجاهه من اليسار الى اليمين :



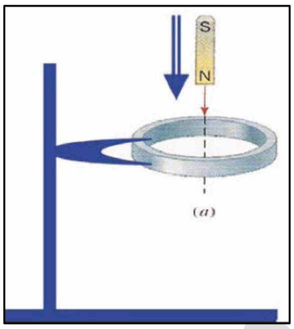
(a) عند تزايد الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

(b) عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

(c) عند ثبوت الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.

(d) جميع الإحتمالات المذكورة آنفا.

الجواب: (b) عند تناقص الفيض المغناطيسي الذي يخترق الحلقة.



3- عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة واسعة من الألمنيوم موضوعة أفقيا بوساطة حامل تحت الساق (لاحظ الشكل) فإذا نظرت الى الحلقة من موقع فوقها وباتجاه السهم لتحديد اتجاه التيار المحتث فيها، فإن اتجاه التيار المحتث في الحلقة يكون :

(a) دائماً باتجاه دوران عقارب الساعة.

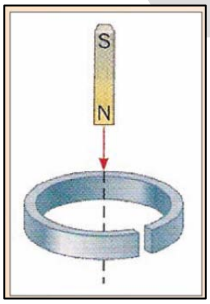
(b) دائماً باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

(c) باتجاه دوران عقارب الساعة ثم يكون صفراً للحظة ثم يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة.

(d) باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ثم يكون صفراللحظة ، ثم يكون باتجاه دوران عقارب الساعة

الجواب: (d) باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة ثم يكون صفراللحظة، ثم يكون باتجاه دوران عقارب الساعة.

4- عند سقوط الساق المغناطيسية خلال حلقة من الألمنيوم غيرمقفلة موضوعة أفقيا تحت الساق لاحظ الشكل:



(a) تتأثر الساق بقوة تنافر في أثناء إقترابها من الحلقة، ثم تتأثر بقوة تجاذب في أثناء إبتعادها عن الحلقة.

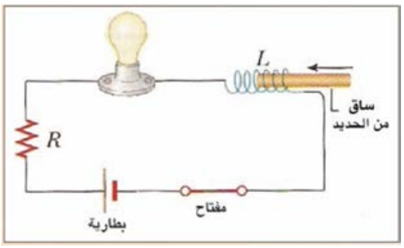
(b) تتأثر الساق بقوة تجاذب أثناء إقترابها من الحلقة، ثم تتأثر بقوة تنافر في أثناء إبتعادها عن الحلقة.

(c) لا تتأثر الساق بأية قوة في أثناء إقترابها من الحلقة، أو في أثناء إبتعادها من الحلقة.

(d) تتأثر الساق بقوة تنافر في أثناء إقترابها من الحلقة وكذلك تتأثر بقوة تنافر أثناء إبتعادها عن الحلقة.

الجواب: (c) لا تتأثر الساق بأية قوة في أثناء إقترابها من الحلقة، أو في أثناء إبتعادها من الحلقة.

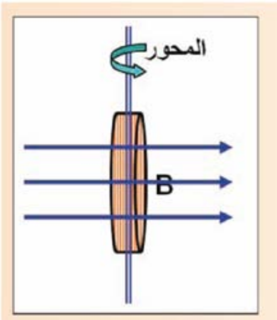
5- في الشكل ملف محلزن مجوف مربوط على التوالي مع مصباح كهربائي ومقاومة وبطارية ومفتاح، وعندما كان المفتاح في الدائرة مغلقاً كانت شدة توهج المصباح ثابتة اذا أدخلت ساقا من الحديد المطاوع في جوف الملف فأن توهج المصباح في أثناء دخول الساق : (د2 2015)



(a) يزداد (b) يقل (c) يبقى ثابتا (d) يزداد ثم يقل

الجواب: (b) يقل

6- عندما يدور ملف دائري حول محور شاقولي موازي لوجه الملف داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه منتظمة B أفقية لاحظ الشكل تولد أعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية ε_{max} . وعند زيادة عدد لفات الملف الى ثلاثة أمثال ما كانت عليه وتقليل قطر الملف الى نصف ما كان عليه ومضاعفة التردد الدوراني للملف فإن المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة سيكون:



(a) $\left(\frac{3}{2}\right)\varepsilon_{max}$ (b) $\left(\frac{1}{4}\right)\varepsilon_{max}$ (c) $\left(\frac{1}{2}\right)\varepsilon_{max}$ (d) $(3)\varepsilon_{max}$

الجواب: (a) $\left(\frac{3}{2}\right)\varepsilon_{max}$

7- تتحقق ظاهرة الحث الذاتي في ملف معين عندما :

(a) تسحب ساق مغناطيسية بعيدا عن وجه الملف.

(b) يوضع هذا الملف بجوار ملف آخر ينساب فيه تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن.

(c) ينساب في هذا الملف تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن.

(d) تدوير هذا الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم.

الجواب: (c) ينساب في هذا الملف تيار كهربائي متغير المقدار لوحدة الزمن.

8- (د1خا 2013) مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي ساق موصلة تتحرك نسبة الى مجال مغناطيسي في حالة سكون لا يعتمد على :

(a) طول الساق (b) قطر الساق

(c) وضعية الساق نسة للفيض المغناطيسي (d) كثافة الفيض المغناطيسي

الجواب: (b) قطر الساق

9- عندما تقل السرعة الزاوية لدوران ملف نواة المحرك الكهربائي نتيجة لازدياد الحمل الموصول مع ملفه تتسبب في هبوط مقدار: (د1 2014)

(a) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة. (b) الفولطية الموضوعة على طرفي ملف النواة.

(c) التيار المنساب في دائرة المحرك. (d) فرق الجهد الضائع (IR) بين طرفي ملف النواة.

الجواب: (a) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المضادة.

10- يمكن أن يستحث تيار كهربائي في حلقة موصلة ومقفلة في العمليات التالية ما عدا واحدة منها، فالعملية التي لا يستحث فيها التيار هي :

(a) حلقة موصلة ومقفلة تدور حول محور مواز لمستواها وعمودي على فيض مغناطيسي منتظم .

(b) وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها مواز لفيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن .

(c) وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها عموديا على فيض مغناطيسي متغير لوحدة الزمن.

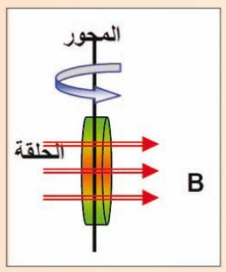
(d) حلقة موصلة ومقفلة متجه مساحتها مواز لفيض مغناطيسي منتظم، كبست من جانبيها المتقابلين.

الجواب : (c) وضع حلقة موصلة ومقفلة ومتجه مساحتها عموديا على فيض مغناطيسي متغير لوحدة.

11- وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي هي: (ت 2015)

(a) $weber$ (b) $\frac{weber}{s}$ (c) $\frac{weber}{m^2}$ (d) $weber.s$

الجواب: (c) $\frac{weber}{m^2}$



12- في الشكل التالي ، عندما تدور حلقة موصلة حول محور شاقولي موازٍ لوجهها ومار من مركزها والمحور عمودي على فيض مغناطيسي أفقي ومنتظم فأن قطبية القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تكون دالة جيبية تتغير مع الزمن وتنعكس مرتين خلال كل :

(a) دورة واحدة (b) ربع دورة (c) نص دورة (d) دورتين

الجواب: (a) دورة واحدة .

13- معامل الحث الذاتي لملف لا يعتمد على : (د2خ 2014 ، د3م 2015)

(a) عدد لفات الملف. (b) الشكل الهندسي للملف. (c) المعدل الزمني للتغير في التيار المنساب في الملف.

(d) النفوذية المغناطيسية للوسط في جوف الملف.

الجواب: (c) المعدل الزمني للتغير في التيارالمنساب في الملف.

س2 علل:

(a) س/د1خارجي 2013 ، خاص 2014/ **يتوهج مصباح النيون المربوط على التوازي مع ملف بضوء ساطع لبرهة قصيرة من الزمن لحظة فتح المفتاح على الرغم من فصل البطارية عن الدائرة، ولا يتوهج عند إغلاق المفتاح؟**

الجواب: أن الفولطية الموضوعة على طرفي مصباح عند الغلق غير كافية لتوهجه، وذلك لان نمو التيار من الصفر الى مقداره الثابت يكون بطيئا نتيجة لتولد قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف تعرقل المسبب لها على وفق قانون لنز.

اما لحظة فتح المفتاح فتتولد فولطية كبيرة على طرفيه الملف تكفي لتوهجه نتيجة التلاشي السريع للتيار خلال الملف تتولد على طرفي الملف قوة دافعة كهربائية محتثة ذاتية كبيرة المقدار، فيعمل الملف في هذه الحالة كمصدر طاقة يجهز المصباح بفولطية تكفي لتوهجه.

(b) س/د1 2014/ **يغلي الماء داخل الاناء المعدني الموضوع على السطح العلوي لطباخ حثي ولا يغلي الماء الذي في داخل اناء زجاجي موضوع مجاور له وعلى السطح العلوي للطباخ نفسه؟**

الجواب: عندما يوضع تحت السطح العلوي للطباخ ملف سلكي ينساب فيه تيار متناوب ويحث هذا التيار مجالا مغناطيسيا متناوبا ينتشر نحو الخارج وبمرور التيار المتناوب خلال قاعدة الاناء المصنوع من المعدن تتولد تيارات دوامة في قاعدة الإناء فيغلي الماء الموضوع فيه . بينما الوعاء المصنوع من الزجاج لا تتولد فيه تيارات دوامة في قاعدته (لان الزجاج مادة عازلة) فلا تتولد فيه حرارة ولا يسخن الماء الذي يحتويه .

(c) (د2 2014 ، ت 2015 ، د3 2015) **اذا تغير تيار كهربائي منساب في أحد ملفين متجاورين يتولد تيار محتث في الملف الآخر؟**

الجواب: على وفق ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين متجاورين فإذا تغير التيار المنساب في الملف الابتدائي لوحدة الزمن يتغير تبعا لذلك الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي لوحدة الزمن $\frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$ والذي عدد لفاته (N_2) ، فتتولد نتيجة لذلك قوة دافعة كهربائية محتثة في الملف الثانوي $(\varepsilon_{ind\,(2)})$ تولد تيارا محتثا في دائرة الملف الثانوي المقفلة .

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -N_2 \frac{\Delta\Phi_{B(2)}}{\Delta t}$$

ويمكن أن تعطى $(\varepsilon_{ind\,(2)})$ بالعلاقة الآتية:

$$\varepsilon_{ind\,(2)} = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

M: معامل الحث المتبادل بين الملفين المتجاورين.

س3 د1 2015 د3 2015 **وضح كيف يمكنك عمليا معرفة فيما اذا كان مجالاً مغناطيسيا أم مجالاً كهربائيا موجودا في حيز معين؟**

الجواب: يتم ذلك بقذف جسيم مشحون داخل المجال، فاذا انحرف الجسيم بموازاة المجال فأن المجال الموجود في الحيز هو مجال كهربائي . اما اذا انحرف الجسيم المشحون بأتجاه عمودي على المجال فإن المجال الموجود هو مجال مغناطيسي، اما اذا لم ينحرف الجسيم المشحون فإن المجال الموجود هو مجال مغناطيسي.

س4 **عند دوران ملف مساحة اللفة الواحدة فيه (A) بسرعة زاوية (ω) داخل مجال مغناطيسي كثافة فيضه $(\vec{B})$ منتظمة . فإن الفيض المغناطيسي الذي يخترق اللفة الواحدة يعطى بشكل دالة جيب تمام $[\Phi_B = B\,A\cos(\theta)]$ في حين تعطى القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي هذا الملف بشكل دالة جيبية $[\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\,\omega\,\sin(\omega t)]$، وضح ذلك بطريقة رياضية.**

الجواب:

$$\vec{\Phi}_B = \vec{A}.\vec{B} \rightarrow \Phi_B = B\,A\cos(\theta) \rightarrow \Phi_B = \omega t$$

$$\therefore \Phi_B = B\,A\cos(\omega t)$$

$$\varepsilon_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -N\frac{\Delta\,[B\,A\cos(\omega t)]}{\Delta t} = -N\,B\,A\frac{\Delta\cos(\omega t)}{\Delta t} = -N\,B\,A\,\omega\,[-\sin(\omega t)]$$

$$\therefore \varepsilon_{ind} = N\,B\,A\,\omega\,\sin(\omega t)$$

س5 (د2 2013 ، د1خارج 2014، د3 2015) **ما المقصود بالمجالات الكهربائية غير المستقرة ؟**

الجواب: المجالات الكهربائية غير المستقرة: هي المجالات التي تنشأ بوساطة التغيرات الحاصلة في المجال المغناطيسي (كما يحصل في تولد الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ) .

س6 (د1خارج 2013، د2ت 2013) **اذكر بعض المجالات التي تستثمر فيها التيارات الدوامة؟ ووضح كلاً منها .**

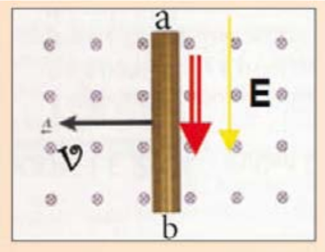
الجواب : 1. **في مكابح بعض القطارات الحديثة ذات الوسادة الهوائية :** إذ توضع ملفات سلكية (كل منها يعمل كمغناطيس كهربائي) مقابل قضبان السكة. ففي الحركة الاعتيادية لا ينساب تيار كهربائي في تلك الملفات. ولإيقاف القطار عن الحركة تغلق الدائرة الكهربائية لتلك الملفات فينساب تيار كهربائي في الملفات وهذا التيار يولد مجالا مغناطيسيا قويا يمر خلال قضبان الحديد للسكة، ونتيجة للحركة النسبية بين المجال مغناطيسي والقضبان تتولد تيارات دوامة فيها، وعلى وفق قاون لنز تولد هذه التيارات مجالا مغناطيسيا يعرقل تلك الحركة وهو السبب الذي ولدها ، فيتوقف القطار عن الحركة.

2. **في كاشفات المعادن المستعملة حديثا في نقاط التفتيش الامنية وخاصة في المطارات:** يعتمد عمل كاشفات المعادن على ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي التي تسمى غالبا الحث النبضي. يحتوي جهاز كاشف المعادن على ملفين سلكيين أحدهما يستعمل كمرسل والآخر كمستقبل.

يسلط فرق جهد متناوب على طرفي ملف الإرسال فينساب في الملف تيار متناوب والذي بدوره يولد فيضا مغناطيسا متناوبا. فعند مرور أي جسم موصل معدني (لا يشترط أن يكون بشكل صفيحة) بين المستقبل والمرسل، سوف تتولد تيارات دوامة في ذلك الجسم المعدني فتعمل التيارات الدوامة المحتثة في الجسم المعدني على عرقلة التغير الحاصل في الفيض المغناطيسي المتولد في ملف الإستقبال وهذا يتسبب في تقليل التيار الإبتدائي المقاس بالمستقبل في حالة وجود الهواء بين الملفين، وبهذا التأثير يمكن الكشف عن وجود القطع المعدنية في الحقائب اليدوية أو في ملابس الشخص .

تستعمل كاشفات المعادن أيضا للسيطرة على الإشارات الضوئية المنصوبة في تقاطعات بعض الطرق البرية.

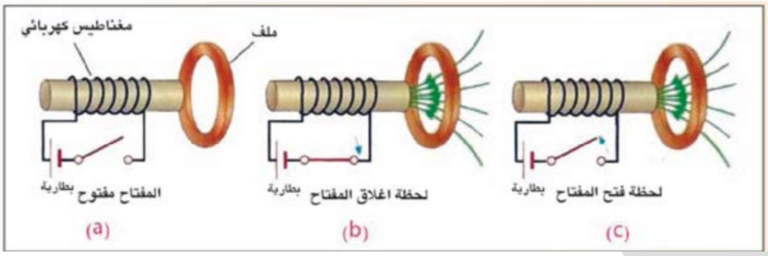
س7 اذا تحركت الساق الموصلة (ab) في الشكل ، في مستوى الورقة أفقيا نحو اليسار داخل مجال مغناطيسي منتظم مسلط عموديا على الورقة متجها نحو الناظر، يتولد مجال كهربائي داخل الساق يتجه نحو الطرف (b) ، أما اذا تحركت هذه الساق نحو اليمين وداخل المجال المغناطيسي نفسه ينعكس اتجاه المجال الكهربائي في داخلها باتجاه الطرف (a) ، فما تفسير ذلك ؟



الجواب: عندما تكون حركة الساق نحو اليسار عموديا على الفيض المغناطيسي فان القوة المغناطيسية $\vec{F}_B$ تؤثر في الشحنات الموجبة يكون اتجاهها نحو الطرف (a) (على وفق قاعدة الكف اليمنى) فتتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (a) للساق والسالبة في الطرف (b). لذا يكون اتجاه المجال الكهربائي E من (a) نحو الطرف (b).

وبانعكاس اتجاه حركة الساق (نحو اليمين) ينعكس اتجاه $\vec{F}_B$ ، لذلك تتجمع الشحنات الموجبة في الطرف (b) والشحنات السالبة في طرفها (a) لذا يكون اتجاه E من (b) نحو (a).

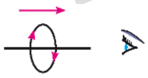
س8 عين اتجاه التيار المحتث في الحلقة المقابلة في الملف السلكي في الأشكال الثلاثة التالية:



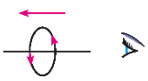
الجواب:

(a) في حالة المفتاح مفتوح يكون مقدار التيار صفراً (لا يتوافر تغير في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف $(\Delta\Phi_B = 0)$ لذا فإن التيار المحتث يساوي صفرا في الملف $(I_{ind} = 0)$.

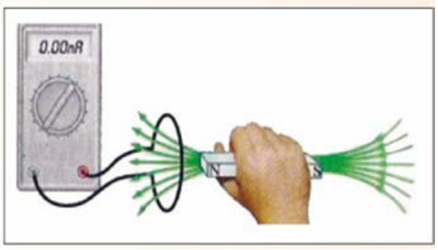
(b) في حالة إغلاق المفتاح يحصل تزايد في الفيض المغناطيسي $(\Delta B > 0)$ الذي يخترق الملف $(\Delta\Phi_B = \Phi_2 - 0)$ فإذا نظرنا الي وجهة الملف السلكي من الجهة اليمنى فإن اتجاه التيار المحتث لحظة نمو التيار يكون بإتجاه دوران عقارب الساعة .



(C) في حالة فتح الدائرة بالمفتاح يحصل تلاشي في الفيض المغناطيسي $(\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} > 0)$ الذي يخترق الملف $(\Delta\Phi_B = 0 - \Phi_2)$ فإذا نظرنا الى وجه الملف السلكي من الجهة اليمنى فاتجاه التيار المحتث لحظة تلاشي التيار يكون باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة.



س9 افترض أن الملف والمغناطيس الموضح بالشكل ، كل منهما يتحرك بالسرعة نفسها نسبة الى الأرض، هل أن الملي أميتر الرقمي (أو الكلفانوميتر) المربوط مع الملف. يشير الى إنسياب تيار في الدائرة؟ وضح ذلك .



الجواب: كلا، لأنه لا ينساب تيار محتث في الدائرة وذلك لعدم توافر حركة نسبية بين المغناطيس والحلقة تسبب تغيراً في الفيض المغناطيسي لوحدة الزمن.

س10 ما الكميات الفيزيائية التي تقاس بالوحدات الاتية :

a- Weber b- $\frac{Weber}{m^2}$ c- $\frac{Weber}{s}$ d- Tesla e- Henry

الجواب: a) الفيض المغناطيسي (Φ_B) بالقياس بوحدة **Weber** .

b) كثافة الفيض المغناطيسي (B) تقاس بوحدات $\frac{Weber}{m^2}$.

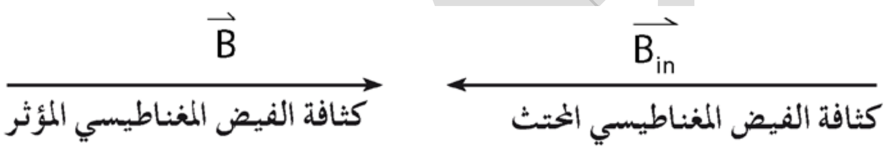
c) المعدل الزمني للتغير بالفيض المغناطيسي $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ يقاس بوحدات $\frac{Weber}{s}$.

d) كثافة الفيض المغناطيسي (B) تقاس بوحدة **Tesla** .

e) معامل الحث الذاتي (L) أو معامل الحث المتبادل (M) يقاس بوحدة **Henry** .

س11 كيف تعمل التيارات الدوامة على كبح اهتزاز الصفيحة المعدنية المهتزة عموديا على مجال مغناطيسي منتظم؟

الجواب: سبب تولد التيارات المحتثة الدوامة في الصفيحة والتي تعمل على توليد مجال مغناطيسي محتث $\overrightarrow{B_{in}}$ معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثر $\overrightarrow{B}$ ونتيجة لذلك تتولد قوة تنافر مغناطيسية معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة داخل المجال المغناطيسي فتعمل على كبح اهتزازها (على وفق قانون لنز):



س12 شريحة من النحاس وضعت بين قطبي مغناطيس كهربائي منتظم كثافة فيضه كبيرة وبمستوى شاقولي وكان مستوى الصفيحة عمودياً على الفيض المغناطيسي. وعندما سحبت الصفيحة أفقيا بسرعة معينة لإخراجها من المجال وجد أن عملية السحب تتطلب تسليط قوة معينة. ويزداد مقدار القوة الساحبة بازدياد مقدار تلك السرعة، ما تفسير الحالتين ؟.

الجواب: نتيجة للحركة النسبية بين الصفيحة المعدنية والفيض المغناطيسي تتولد تيارات دوامة في سطح الصفيحة المعدنية على وفق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي تتولد قوة مغناطيسية $(\vec{F}_B)$ معرقلة لاتجاه حركة الصفيحة على وفق قانون لنز.

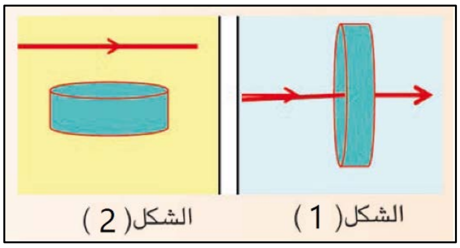
وبازدياد مقدار تلك السرعة تزداد القوة المغناطيسية (F_B) :

$$F_B = q\,v\,B \quad ، \quad F_{pull}(\text{الساحبة}) = F_B\,(\text{المعرقلة})$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س13

في كل من الشكلين (1) ، (2) ، سلك نحاسي وحلقة من النحاس مقفلة . في أي وضعية ينساب تيار محتث في الحلقة عندما يتزايد التيار الكهربائي المنساب في السلك في كل من الحالتين ؟ وضح ذلك .



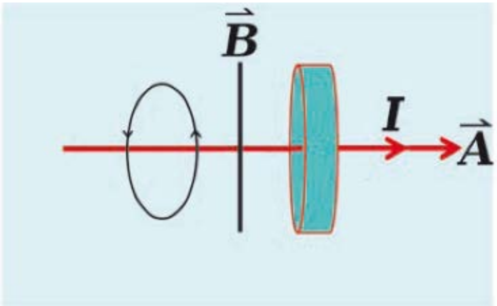
الجواب:

1) **في الشكل (1) لا ينساب تيار محتث في الحلقة، لأن كثافة الفيض المغناطيسي (B) يكون موازيا لمستوى الحلقة فتكون:**

الزاوية (θ) بين متجه المساحة ($\vec{A}$) وكثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) تساوي (90^0) فيكون :

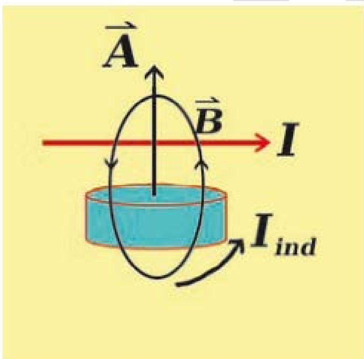
$$\Phi_B = B\,A\cos\theta = B\,A\cos 90 = 0$$

ففي هذه الحالة لايتوافر فيض مغناطيسي يخترق الحلقة.



2) **اما الشكل (2) يكون اتجاه التيار المحتث باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة. لأن المجال المغناطيسي حول السلك يخترق الحلقة ويكون اتجاهه نحو الأعلى ومتزايدا.**

$\Phi_B = B\,A\cos\theta = B\,A\cos 0 = B\,A$ **اعظم مقدار**



أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س14 **يتوافر لك سلك ذو طول ثابت وترغب في الحصول على مولد بسيط يجهزك بأعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية. أيتطلب منك أن تجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية الشكل ؟ أم ملف ذي لفتين دائريتي الشكل؟ أو ملف ذي ثلاث لفات دائرية الشكل ؟ عند تدوير الملف الذي تحصل عليه بسرعة زاوية معينة داخل مجال معفاطيسي منتظم. وضح إجابتك.**

الجواب:

$$\varepsilon_{ind} = N\,B\,A\,\omega\,\sin(\omega t)$$

$\therefore \varepsilon_{ind} \propto N\,A$ بثبوت B و ω

$$\frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = \frac{N_2\,A_2}{N_1\,A_1}$$

عندما N=2

$$\frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = \frac{2\times\pi\, r_2^2}{1\times\pi\, r_1^2} \rightarrow \frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = \frac{2\times(\frac{1}{2} r_1^2)}{r_1^2} \rightarrow \frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = 2\times\frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \varepsilon_{ind2} = \frac{1}{2}\,\varepsilon_{ind1}$$

اي ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تصبح نصف ماكانت عليه عندما يتضاعف عدد اللفات بثبوت طول السلك.

عندما N=3

$$\frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = \frac{23\times\pi\, r_2^2}{1\times\pi\, r_1^2} \rightarrow \frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = \frac{3\times(\frac{1}{3} r_1^2)}{r_1^2} \rightarrow \frac{\varepsilon_{ind2}}{\varepsilon_{ind1}} = 3\times\frac{1}{9} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore \varepsilon_{ind2} = \frac{1}{3}\,\varepsilon_{ind1}$$

اي ان القوة الدافعة الكهربائية المحتثة تصبح $\frac{1}{3}$ ماكانت عليه. عند جعل عدد اللفات (3) بثبوت طول السلك.

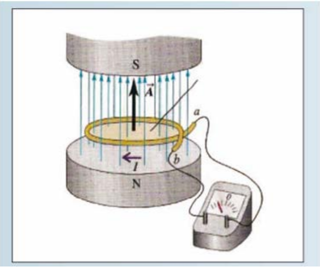
لذا نجعل السلك بشكل ملف ذي لفة واحدة دائرية ليم تجهيز اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية.

س15 (د2 2014) **في معظم الملفات يصنع القلب بشكل سيقان متوازية من الحديد المطاوع معزولة عن بعضها البعض عزلا كهربائيا ومكبوسة كبسا شديدا بدلا من قلب من الحديد مصنوع كقطعة واحدة. ما الفائدة من ذلك؟**

ج/ لتقليل تأثير التيارات الدوامة. فتقل خسارة القدرة الناتجة عنها وبذلك تقل الطاقة الحرارية الناتجة عنها ، وهذا يعمل على زيادة كفاءة المحولة ولاتسرع في تلفها.

مسائل الفصل الثاني

ت 2014 س1



ملف سلكي دائري الشكل عدد لفاته (40) لفة ونصف قطره (30 cm) وضع بين قطبي مغناطيس كهربائي، لاحظ الشكل، فإذا تغيرت كثافة الفيض المغناطيسي المار خلال الملف من (0.0 T) الى (0.5 T) خلال زمن قدره (4s). ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف عندما يكون:

a. **متجه مساحة اللفة الواحدة من الملف بموازاة كثافة الفيض المغناطيسي.**

b. **متجه كثافة الفيض المغناطيسي يصنع زاوية قياسها (30^0) مع مستوى الملف.**

الحل

$$r = 30\ cm = 0.3\ m$$

$$A = \pi r^2 = \pi \times (0.3)^2 = 0.09\pi\ m^2$$

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 0.5 - 0 = 0.5\ T$$

(a) $\varepsilon_{ind} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta = -40 \times 0.09\pi \times \frac{0.5}{4} \times \cos 0 = -0.45\pi\ V$

(b) $\theta = 90^0 - 30^0 = 60^0$

$$\varepsilon_{ind} = -NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta = -40 \times 0.09\pi \times \frac{0.5}{4} \times \cos 60^0 = -0.225\pi\ V$$

د3 2014 س2
د3 2015

ملف لمولد دراجة هوائية قطره (4cm) وعدد لفاته (50) لفة يدور داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(\frac{1}{\pi}\ T)$ وكان أعظم مقدار للفولطية المحتثة على طرفي الملف (16V) والقدرة العظمى المجهزة للحمل المربوط مع المولد (12W)، ما مقدار:

a. **سرعة الزاوية التي تدور بها نواة المولد ؟**

b. **المقدار الأعظم للتيار المنساب في الحمل ؟**

الحل

$$r = \frac{4}{2}\ cm = 2\ cm = 0.02\ m$$

$$A = \pi r^2 = \pi \times (0.02)^2 = 4\pi \times 10^{-4}\ m^2$$

(a) $\varepsilon_{max} = N\,A\,B\,\omega \rightarrow 16 = 50 \times 4\pi \times 10^{-4} \times \omega \times \frac{1}{\pi} \rightarrow \omega = \frac{16}{2\times10^{-2}} = 800\ \frac{rad}{s}$

(b) $P_{max} = I_{max}\,\varepsilon_{max} \rightarrow 12 = 16\,I_{max} \rightarrow I_{max} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} = 0.75A$

ت 2013 س3
د1 2015

ملف سلكي مستطيل الشكل عدد لفاته (50) لفة وأبعاده (4cm , 10cm) يدور بسرعة زاوية منتظمة مقدارها $(15\pi \frac{rad}{s})$ داخل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(0.8 \frac{Wb}{m^2})$ ، أحسب:

a. المقدار الأعظم للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف.

b. القوة الدافعة الكهربائية الآنية المحتثة في الملف بعد مرور $(\frac{1}{90}s)$ من الوضع الذي كان مقدارها يساوي صفرا.

الحل

$$A = 4cm \times 10cm = 40\ cm^2 = 40 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-3}\ m^2$$

(a) $\varepsilon_{max} = N\,A\,B\,\omega = 50 \times 4 \times 10^{-3} \times 0.8 \times 15\pi = 2.4\pi\ V$

(b) $\varepsilon_{ins} = \varepsilon_{max}\ \sin(\omega t) = 2.4\pi \sin\left(15\pi \times \frac{1}{90}\right) = 2.4\pi \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = 2.4\pi \sin 30^0$

$\therefore \varepsilon_{ins} = 2.4\pi \times \frac{1}{2} = 1.2\pi\ V$

د2 2015 س4



في الشكل، حلقة موصلة دائرية مساحتها $(626cm^2)$ومقاومتها $(9\ \Omega)$ موضوعة في مستوى الورقة سلط عليها مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه $(0.15\ T)$ باتجاه عمودي على مستوى الحلقة، سحبت الحلقة من جانبيها بقوتي شد متساويتين فبلغت مساحتها $(26cm^2)$ خلال فترة زمنية $(0.2\ s)$، إحسب مقدار التيار المحتث في الحلقة.

الحل

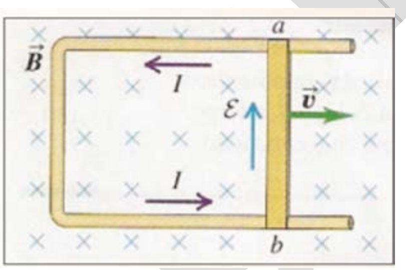
$$\Delta A = A_2 - A_1 = 26 - 626 = -600\ cm^2 = -600 \times 10^{-4} = -6 \times 10^{-2} m^2$$

(a) $\varepsilon_{ind} = -NB\frac{\Delta A}{\Delta t}\cos\theta = -1 \times 0.15 \times \frac{-6\times10^{-2}}{0.2}\cos 0 = 45 \times 10^{-3}\ V$

(b) $I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{45\times10^{-3}}{9} = 5 \times 10^{-3}\ A$

د2ت 2014 س5

إفرض أن الساق الموصلة في الشكل طولها (80cm) ومقدار السرعة التي يتحرك بها $(2.5 \frac{m}{s})$ والمقاومة الكلية للدائرة (الساق والسكة) مقدارها $(0.03\ \Omega)$ وكثافة الفيض المغناطيسي $(0.6\ T)$ احسب مقدار:



a. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الساق.

b. التيار الحتث في الحلقة.

c. القوة الساحبة للساق.

d. القدرة المتبددة في المقاومة الكلية للدائرة.

الحل

(a) $\varepsilon_{motional} = v\,B\,\ell = 2.5 \times 0.6 \times 0.1 = 0.15\ V$

(b) $I = \frac{\varepsilon_{motional}}{R} = \frac{0.15}{0.03} = 5\ A$

(c) $F_{pull} = F_{B2} = I\,B\,\ell = 5 \times 0.6 \times 0.1 = 0.3\ N$

(d) $P_{disspated} = I^2\,R = (5)^2 \times 0.03 = 25 \times 0.03 = 0.75\ Watt$

د2 2014 س6
د3 2015

اذا كانت الطاقة المغناطيسية المختزنة في ملف تساوي (360 J) عندما كان مقدار التيار المناسب فيه (20 A). احسب:

a. مقدار معامل الحث الذاتي للمحث .

b. معدل القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف اذا انعكس التيار خلال (0.1 s) .

الحل

(a) $P.E = \frac{1}{2} L\, I^2 \rightarrow 360 = \frac{1}{2} L \times (20)^2 \rightarrow 360 = 200L \rightarrow L = \frac{360}{200} = 1.8H$

(b) $\Delta I = I_2 - I_1 = -20 - 20 = -40\ A$

$$\varepsilon_{ind} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -1.8 \times \frac{-40}{0.1} = 720\ V$$

د1 2014 س7

ملفان متجاوران بينهما ترابط مغناطيسي تام، كان معامل الحث الذاتي للملف الابتدائي (0.4 H) ومقاومته (16 Ω) ومعامل الحث الذاتي للملف الثانوي (0.9 H) ، والفولطية الموضوعة في دائرة الملف الإبتدائي (200 V). إحسب مقدار:

a. التيار الآني والمعدل الزمني لتغير التيار في دائرة الملف الإبتدائي لحظة ازدياد التيار فيها الى (80%) من مقداره الثابت

b. القوة الدافعة الكهربائية المحتثة على طرفي الملف الثانوي في تلك اللحظة.

الحل

(a) $I_{ins} = 80\,\%\, I_{const} = \frac{80}{100} \times \frac{V_{app}}{R_1} = \frac{80\times200}{100\times16} = 10A$

$V_{app} = I_{ins} R_1 + L_1 \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \rightarrow 200 = 10 \times 16 + 0.4\frac{\Delta I_1}{\Delta t} \rightarrow 200 - 160 = 0.4\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$

$\therefore \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = \frac{40}{0.4} = 100\ \frac{A}{s}$

(b) $M = \sqrt{L_1 \times L_2} = \sqrt{0.4 \times 0.9} = \sqrt{0.36} = 0.6\ H$

$\therefore \varepsilon_{ind\,(2)} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = -0.6 \times 100 = -60V$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

حلول اسئلة فكر

س1 **لو ثبت الساق المغناطيسية(مع بقاء قطبها الجنوبي مواجها لاحد وجهي الملف) ثم دفع الملف نحو الساق وبموازاة محوره. أينعكس اتجاه التيار المحتث في الملف؟ ام يكون بالاتجاه نفسه للتيار المتولد في حالة دفع الساق المغناطيسية نحو وجه الملف؟ ماتفسير جوابك؟**

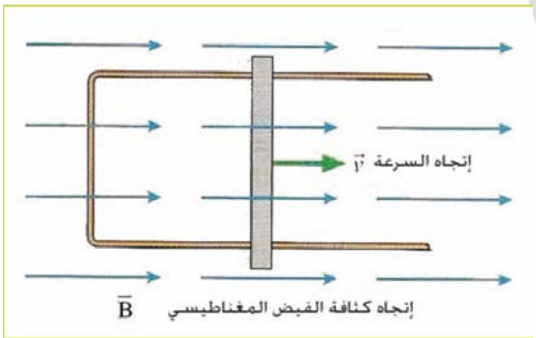
الجواب يبقى اتجاه التيار المحتث نفسه في الحالتين

التفسير: عند تقريب القطب المغناطيسي الجنوبي للساق نحو وجه الملف او عند تقريب الملف نحو القطب الجنوبي للساق، تحصل في الحالتين زيادة في الفيض المغناطيسي الذي يخترق الملف لذا يتولد في الملف تيار محتث بحيث يكون اتجاهه يولد في وجه الملف قطبا مغناطيسيا جنوبيا لكي يتنافر مع القطب الجنوبي للساق فيعمل على إضعاف الفيض المغناطيسي المتزايد (على وفق قانون لنز).

س2 **لو انعكس اتجاه حركة الساق او انعكس اتجاه المجال المغناطيسي هل تنعكس قطبية القوة الدافعة الكهربائية الحركية ($\varepsilon_{motional}$)؟**

الجواب **نعم تنعكس قطبية القوة الدافعة المحتثة الحركية ($\varepsilon_{motional}$) المتولدة على طرفي الساق وذلك بسبب انعكاس اتجاه القوة المغناطيسية($\vec{F}_B$) المؤثرة في شحنات الساق على وفق قاعدة الكف اليمنى.**

س3 **هل ينساب تيار محتث في الدائرة الموضحة في الشكل اذا كان جوابك نعم عين اتجاه شدة التيار المحتث فيها.**

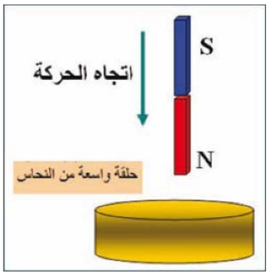


الجواب **لاينساب تيار محتث في الدائرة. لأن اتجاه السرعة ($\vec{V}$) يكون موازيا لاتجاه كثافة الفيض المغناطيسي ($\vec{B}$) وبالتالي تكون الزاوية المحصورة بين المتجهين ($\vec{V}$) و ($\vec{B}$) يساوي صفرا (0) وأن ($\sin 0 = 0$).**

وعلى وفق العلاقة الاتية :

$$F_B = q\,v\,B\,\sin\theta = F_B = q\,v\,B\,\sin 0 = 0$$

فيكون مقدار القوة المغناطيسية صفرا لذلك لاتتحرك الشحنات داخل الساق فلا ينساب تيار محتث.



س4 إفرض أن ساقا مغناطيسية سقطت سقوطا حرأ نحو الاسفل وهي بوضع شاقولي وتحتها حلقة واسعة من النحاس مقفلة ومثبتة افقيا باهمال مقاومة الهواء.

a. أتسقط هذه الساق بتعجيل يساوي تعجيل الجاذبية الارضية ام اكبر منه؟ ام اصغر منه؟

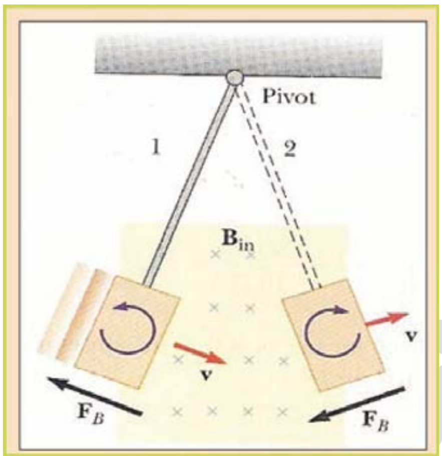
b. عين اتجاه القوة المغناطيسية التي تؤثر فيها الحلقة على الساق في اثناء اقتراب الساق من الحلقة.

الجواب

a. تسقط الساق بتعجيل اقل من تعجيل الجاذبية الارضية.

السبب : نتيجة لتولد قطب مغناطيسي شمالي محتث في وجه الحلقة في اثناء اقتراب القطب الشمالي منها، لذا تتاثر الساق بقوة تنافر تعرقل حركتها (على وفق قانون لنز) فيقل تعجيلها.

b. يكون اتجاه القوة التي تؤثر فيها الحلقة على الساق نحو الاعلى (قوة معرقلة للسبب الذي ولد التيار المحتث)(على وفق قانون لنز) .



س5 مامصير طاقة اهتزاز الصفيحة الكاملة (غير المقطعة) داخل مجال مغناطيسي بعد توقفها عن الاهتزاز؟

الجواب تتحول طاقة اهتزاز الصفيحة الى طاقة حرارية في الصفيحة بسبب التيارات الدوامة المتولدة فيها (على وفق قانون جول) والتي تكون كبيرة المقدار.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الثالث

االتيار المتناوب

Alternating current

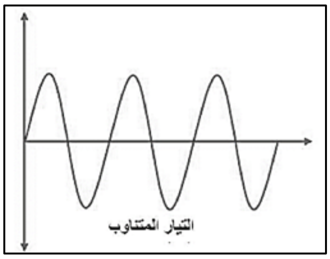
أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الثالث التيار المتناوب (Alternating current)



التيار المتناوب: هو التيار الذي يتغير دوريا مع الزمن وينعكس اتجاهه مرات عديدة في الثانية الواحدة الناتج من المولد الكهربائي (مصدر متناوب) ويرمز له ب (ac).

❖ يكون تردد التيار المتناوب (f=50Hz) في معظم دول العالم ومنها العراق اذ ينعكس اتجاه التيار المتناوب 100 مرة في الثانية الواحدة . وفي دول أخرى يكون تردد التيار المتناوب (f=60Hz) .



التيار المستمر: هو التيار الذي ينساب في الدوائر الكهربائية المقفلة بأتجاه واحد والتي تولدها البطاريات (مصدر مستمر) ويرمز له ب (dc).

س/ د1 2015/ **لماذا يفضل استعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية؟ (الفائدة العملية للتيار المتناوب)**

ج/1. سهولة نقلة الى مسافات بعيدة بأقل خسائر للطاقة.

2. امكانية تطبيق قانون فراداي في الحث الكهرومغناطيسي ولهذا تستخدم المحولة الكهربائية في رفع وخفض الفولتية المتناوبة عند نقلها في شبكات توزيع القدرة الكهربائية.

س/كيف تنقل القدرة الكهربائية في شبكات التوزيع؟ ولماذا؟

ج/ ترسل القدرة الكهربائية بفولطية عالية وتيار واطئ ، باستعمال المحولات الرافعة.
وذلك لتقليل خسائر القدرة التي تظهر في الاسلاك الناقلة (I^2R) والتي تظهر بشكل حرارة.

ملاحظة

المحولات الرافعة: تستخدم محولات رافعة للفولطية خافضة للتيار في محطات توليد القدرة الكهربائية.

المحولات الخافضة: تستخدم محولات خافضة للفولطية رافعة للتيار في مناطق استهلاك القدرة الكهربائية.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

دوائر التيار المتناوب

عند دوران ملف بسرعة زاوية منتظمة داخل مجال مغناطيسي منتظم نحصل على فولطية محتثة (V_{ind}) متناوبة جيبية الموجة وتيار متناوب يسري في الدائرة تعطى بالعلاقات التالية:

$V = V_m \sin(\omega t)$, $\omega = 2\pi f$ ➔ $V = V_m \sin(2\pi f t)$

$I = I_m \sin(\omega t)$

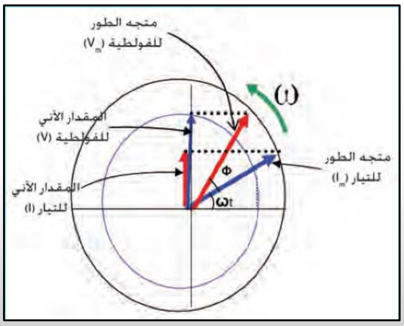
V :	يمثل الفولطية المحتثة الانية (اللحظية) ، يتغير مقدار الفولطية الآنية (V) وينعكس اتجاهها دوريا مع الزمن بين ($+V_m$) و ($-V_m$) مرتين في الدورة الواحدة.
V_m :	يمثل أعظم مقدار للفولطية المحتثة وتسمى بذروة الفولطية. نحصل على (V_m) في اللحظة التي تكون عندها زاوية الطور ($\omega t = \frac{\pi}{2}$) اي 90^0. أو ($\omega t = \frac{3\pi}{2}$) أي 270^0. $\omega t = \frac{\pi}{2}$ ➔ $\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$ ➔ $V = +V_m$ $\omega t = \frac{3\pi}{2}$ ➔ $\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) = -1$ ➔ $V = -V_m$
I :	يمثل التيار الاني
I_m :	يمثل المقدار الاعظم للتيار المتناوب.
ωt :	زاوية الطور
ω :	التردد الزاوي للمصدر ويساوي $\omega = 2\pi f$ ويقاس بوحدة ($\frac{rad}{s}$)

مميزات متجه الطور

1. **طول متجه الطور يمثل كل من المقدار الاعظم للفولطية المتناوبة (V_m) و المقدار الاعظم للتيار (I_m).**
2. **مسقط متجه الطور على المحور الشاقولي (y) يمثل كل من المقدار الاني للفولطية (V) والمقدار الاني للتيار (I). اما (ωt) تمثل زاوية الطور التي يصنعها متجه الطور مع المحور الافقي (x).**
3. **عند بدأ الحركة ($t = 0$) يكون متجه الطور منطبقا مع المحور الافقي (x).**
4. **اذا تطابق متجه الطور للفولطية (V_m) مع متجه الطور للتيار (I_m) يقال بأنهما بنفس الطور (او يتغيران بطور واحد) ، وهذا يعني ان زاوية فرق الطور بينهما تساوي صفر ($\Phi = 0$). وتحصل في حالة الحمل ذي مقاومة صرف (مقاومة مثالية).**
5. **اذا لم يتطابق المتجهان (الفولطية والتيار) احدهما على الاخر ، تتولد بينهما زاوية فرق الطور ورمزها (Φ). وتحصل في الحالة التي يحتوي الحمل محث او متسعة او كليهما فضلا عن المقاومة.**
6. • **تقاس كل من زاوية الطور (ωt) وزاوية فرق الطور (Φ) بالدرجات الستينية او (rad).**
إذا كانت (Φ) موجبة، فأن متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ).
واذا كانت (Φ) سالبة، فان متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (Φ).

س/ كيف يتم التعامل مع الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب في الدوائر الكهربائية؟

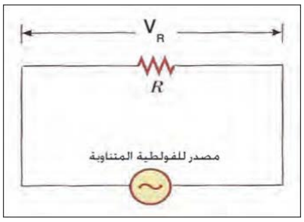
ج/ يتم التعامل مع الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب في الدوائر الكهربائية عن طريق رسم مخطط يسمى متجه الطور او (المتجه الدوار). حيث تمثل الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب بمتجهان طوريان يدوران بأتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الاصل (O) وبتردد زاوي (ω) ثابت.



الطور: هو الحالة الحركية للجسم المهتز من حيث الموضع واتجاه الحركة.

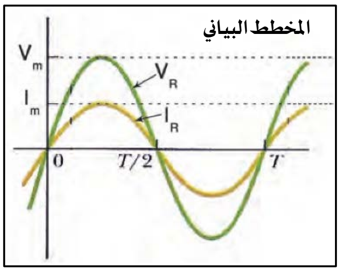
فرق الطور: هو التغير في الحالة الحركية للجسم المهتز بين لحظتين مختلفتين او لجسمين في اللحظة نفسها.

دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف (مقاومة مثالية)



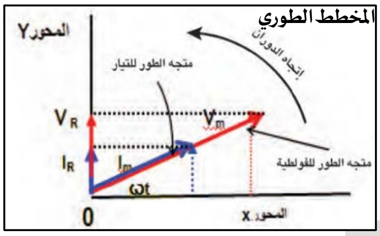
- **تتمثل بالدائرة الكهربائية** التالية (حيث يتم ربط مقاومة صرف "مقاومة مثالية" بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة)، ويرمز للمصدر المتناوب (ac) بالرمز (~).

- **التمثيل البياني:** يتم تمثيل موجة التيار والفولطية بشكل منحني جيبي وكلاهما يتغيران بنفس الطور (طور واحد).
حيث تعطى الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب بالعلاقات التالية:

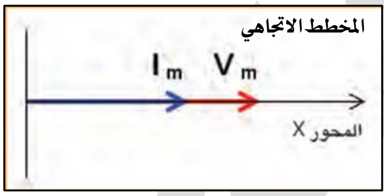


$$V_R = V_m \sin(\omega t)$$
$$I_R = I_m \sin(\omega t)$$

V_R : يمثل المقدار الآني للفولطية في المقاومة (R).
V_m : يمثل المقدار الاعظم للفولطية في المقاومة (R).
I_R : يمثل المقدار الآني للتيار المنساب في المقاومة (R).
I_m : يمثل المقدار الاعظم للتيار المنساب في المقاومة (R).



- **متجه الطور:** (ما علاقة طور الفولتية بالتيار في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف)
متجه الطور للفولطية (V_m) والتيار (I_m) متطابقان ومتلازمان ويدوران حول نقطة الاصل (O) بطور واحد وباتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة.
اي ان زاوية فرق الطور بينهما ($\Phi = 0$)،
اما زاوية الطور التي يدور بها المتجهين فمتساوية ومقدارها (ωt).



- حيث يمكن رسم متجه الطور للفولطية والتيار لمثل هذه الدائرة على المحور الافقي (x)، في اللحظة الزمنية ($t = 0$) اي عند زاوية الطور $[(\omega t) = 0]$ بالشكل التالي (المخطط الاتجاهي).

س/ ما قياس زاوية الطور (Φ) لكل من متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) في الحالة التي يكون عندها ($V_R = V_m$) وكذلك يكون ($I_R = I_m$)؟ وضح ذلك.

ج/ نحصل على ($V_R = V_m$) عندما تكون ($\sin(\omega t) = 1$) اي ان زاوية الطور تساوي $[(\omega t) = \frac{\pi}{2}]$

$$V_R = V_m \sin(\omega t) \rightarrow V_R = V_m \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow V_R = V_m \times 1 \rightarrow V_R = V_m$$

نحصل على ($I_R = I_m$) عندما تكون ($\sin(\omega t) = 1$) اي ان زاوية الطور تساوي $[(\omega t) = \frac{\pi}{2}]$

$$I_R = I_m \sin(\omega t) \rightarrow I_R = I_m \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow I_R = I_m \times 1 \rightarrow I_R = V_m$$

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف

➢ يمكن حساب القدرة الانية في دائرة تحتوي على مقاومة صرف (حسب قانون آوم $V_R = I_R . R$) من العلاقات التالية:

$$P_R = I_R\, V_R \quad , \quad P_R = I_R^2\, R \quad , \quad P_R = \frac{V_R^2}{R}$$

➢ يمكن حساب القدرة العظمى في دائرة تحتوي على مقاومة صرف (حسب قانون آوم $V_m = I_m . R$) من العلاقات التالية:

$$P_m = I_m\, V_m \quad , \quad P_m = I_m^2\, R \quad , \quad P_m = \frac{V_m^2}{R}$$

➢ القدرة المتوسطة P_{av} تساوي نصف القدرة العظمى وتعطى بالعلاقات التالية:-

$$P_{av} = \frac{1}{2}\, P_m$$

$$P_{av} = I_{eff}\, V_{eff} \,,\quad P_{av} = I_{eff}^2\, R \,,\quad P_{av} = \frac{V_{eff}^2}{R}$$

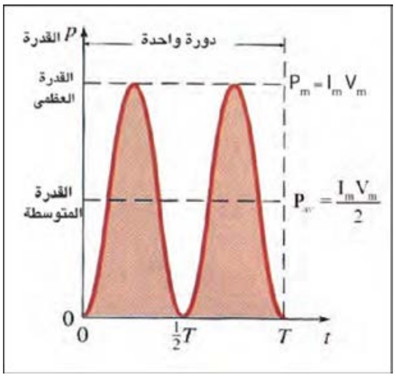
$$P_{av} = \frac{1}{2} I_m\, V_m \quad , \quad P_{av} = \frac{1}{2} I_m^2\, R \quad , \quad P_{av} = \frac{1}{2}\frac{V_m^2}{R}$$

س/أرسم منحني القدرة الانية لدائرة تحتوي مقاومة صرف ؟ وما هي خصائص منحني القدرة الكهربائية لهذه الدائرة؟

ج/الشكل التالي يمثل منحني القدرة الآنية لدائرة تيار تحتوي مقاومة صرف

حيث يمتاز هذا المنحني بالصفات التالية

1. موجب دائما.
2. يكون بشكل منحني جيب تمام (cosin) .
3. يتغير بين المقدار الاعظم للقدرة $(P_m = I_m\, V_m)$ والصفر.
4. القدرة المتوسطة P_{av} تساوي نصف القدرة العظمى.



س/ماذا يعني ان منحني القدرة الانية لمقاومة الصرف في دائرة التيار المتناوب يكون موجبا دائما؟

ج/ يعني ان القدرة في الدائرة تستهلك بأجمعها في المقاومة بشكل حرارة.

علل/د2 2014/ منحني القدرة الانية في دائرة التيار المتناوب عندما يكون الحمل فيها يحتوي مقاومة صرفا موجبا دائما؟

ج/ وذلك لانه الفولطية والتيار يكونان بطور واحد حيث يكونان موجبان معا وسالبان معا ، حيث يكونان موجبان في النصف الاول فحاصل ضربهما موجب. وسالبان في النصف الثاني فحاصل ضربهما موجب على وفق العلاقة التالية $(P = I\,V)$.

س/ اثبت ان القدرة المتوسطة تساوي نصف القدرة العظمى ؟

ج/

$$P_R = I_R\, V_R = P_R = I_m \sin(\omega t)\, V_m \sin(\omega t) = I_m . V_m \sin^2(\omega t)$$

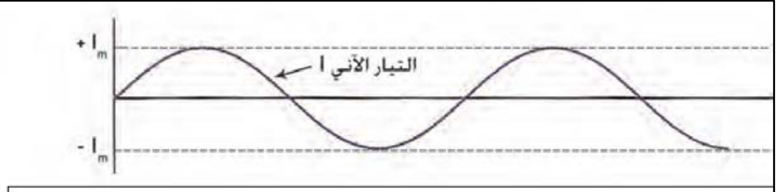
$$\because \sin^2(\omega t) = \frac{1}{2}$$

$$\therefore P_{av} = \frac{1}{2} P_m \rightarrow P_{av} = \frac{1}{2} I_m\, V_m$$

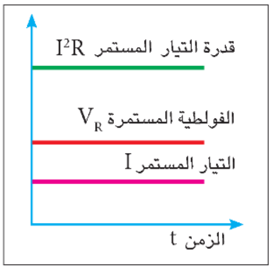
المقدار المؤثر للتيار المتناوب (I_{eff})

س/ لماذا لا تتساوى القدرة المتبددة (المستهلكة) بوساطة تيار متناوب له مقدار أعظم (I_m) مع القدرة التي ينتجها تيار مستمر له المقدار نفسه ؟

ج/ لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين $(+I_m)$ و $(-I_m)$ ومقداره عند أية لحظة لا يساوي دائما مقداره الأعظم ، وإنما فقط في لحظة معينة يتساوى مقداره الآني مع مقداره الأعظم لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن بينما التيار المستمر مقداره ثابت دائما فينتج قدرة ثابتة .



منحنى التيار المتناوب، هو منحني جيبي يتغير بين $(+I_m)$ و $(-I_m)$



س/ علل/ لاتمتلك القدرة مقدارا ثابتا في دائرة التيار المتناوب؟ بل تمتلك مقدار متغير .

ج/ وذلك لان التيار المتناوب والفولطية يتغيران دوريا مع الزمن فحاصل ضربهما (القدرة) متغيرايضا $(P = IV)$. لذا فأن جميع التأثيرات الناتجة عن التيار المتناوب تتغير دوريا مع الزمن ايضا ومنها التأثيرات الحرارية.

س/ اشتق علاقة لحساب التيار المؤثر للتيار المتناوب ؟

س/ اثبت ان المقدار المؤثر للتيار المتناوب يساوي 0.707 من مقداره الأعظم ؟

ج/ ← القدرة المتوسطة في دائرة التيار المتناوب يمكن حسابها كما يلي:

$$P = I^2 R \rightarrow P = [I^2{}_m \sin^2(\omega t)] R \rightarrow P_{av} = \frac{1}{2} I^2{}_m R$$

حيث ان $[\sin^2(\omega t) = \frac{1}{2}]$ لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات.

← اما القدرة المتبددة في دائرة التيار المستمر خلال نفس المقاومة هي: $P = I^2{}_{dc} R$

ولان القدرة المتوسطة للتيار المتناوب مساوية لقدرة التيار المستمر خلال المقاومة نفسها وللمدة الزمنية نفسها. عندها يطلق على (I_{dc}) بالتيار المؤثر (I_{eff}).

$$I^2{}_{dc} R = \frac{I^2{}_m R}{2}$$

$$I^2{}_{eff} R = \frac{I^2{}_m R}{2}$$

وللمقاومة نفسها فأن $I^2{}_{eff} = \frac{I^2{}_m}{2}$

وبجذر الطرفين نحصل على

$$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 \ I_m$$

حيث يسمى المقدار المؤثر للتيار المتناوب بجذر معدل مربع المقدار الأعظم للتيار (root mean square) ويرمز له بـ (I_{rms}).

ملاحظة **يعطى المقدار المؤثر للفولطية المتناوبة بالعلاقة الآتية:**

$$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 \ V_m$$

التيار المؤثر للتيار المتناوب

هو مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فانه يولد التاثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها والفترة الزمنية نفسها ويرمز له بـ (I_{eff}).

س/ماذا تعني العبارة الآتية (ان مقدار التيار المتناوب في الدائرة يساوي (1 Ampere) ؟

ج/ تعني ان المقدار المؤثر للتيار (I_{eff}) يساوي (1 Ampere).

س/ مالذي تقسيه مقاييس التيار المتناوب؟ ومقاييس التيار المستمر؟

ج/
- ان معظم مقاييس التيار المتناوب (مثل الاميترات والفولطيمترات) تعمل على قياس المقادير المؤثرة للتيار والفولطية.
- اما معظم اجهزة قياس التيار المستمر تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب. لذا فإن مؤشرها يقف عند تدريجة الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب.

س/ د1 2014/ هل يمكن ان تستعمل اجهزة مقاييس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ وضح ذلك.

ج/ كلا لايمكن استخدامها . لان معظم اجهزة قياس التيار المستمر (dc) تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب لذا فان مؤشرها يقف عند تدريجة الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب.

س/ اذا كان التيار المتناوب في الدائرة (4A) فهل يعني ذلك المقدار الأعظم للتيار او المقدار المؤثر له ؟ ولماذا؟

ج/ كلا ، لا يعني ذلك المقدار الأعظم للتيار وإنما مقداره المؤثر لان المقاييس الكهربائية للتيار المتناوب تقيس مقداره المؤثر ولا تقيس مقداره الأعظم .

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف



➢ **الدائرة الكهربائية:** الشكل التالي يبين دائرة تيار متناوب تحتوي مصدرا للفولطية المتناوبة ومحث صرف (يعني ملف مهمل المقاومة)، وان الفولطية والتيار المنساب عبر المحث تعطى بالعلاقات الآتية:

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

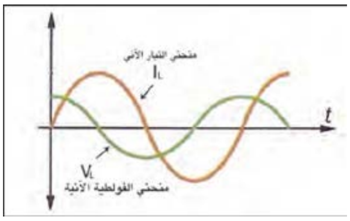
$$I_L = I_m \sin(\omega t)$$

V_L : المقدار الآني للفولطية عبر المحث (L).

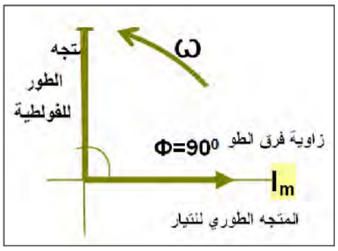
V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المحث (L).

I_L : يمثل المقدار الآني للتيار المنساب عبر المحث (L).

I_m : يمثل المقدار الاعظم للتيار المنساب عبر المحث (L).



➢ **التمثيل البياني:** يتم تمثيل موجة التيار والفولطية لدائرة تحتوي على محث صرف بشكل منحني جيبي وزاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يساوي $(\Phi = \frac{\pi}{2} = 90^0)$.



➢ **متجه الطور:** متجه الطور للفولطية (V_m) عبر محث صرف يسبق متجه الطور للتيار (I_m) بفرق طور $(\Phi = \frac{\pi}{2} = 90^0)$.

رادة الحث (X_L)

هي المعاكسة التي يبديها المحث للتغير في التيار ، وتقاس بوحدة الاوم (Ω). وتعطى بالعلاقة التالية:

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} \quad \text{Or} \quad X_L = \omega L = 2\pi f L$$

حيث ان: X_L: رادة الحث تقس بالاوم (Ω).

ω: التردد الزاوي ويقاس بوحدة $(\frac{rad}{s})$.

L: معامل الحث الذاتي يقاس بوحدة الهنري (H).

f: تردد التيار ويقاس ب الهرتز (Hz).

س/ علامَ يعتمد مقدار رادة الحث (X_L)؟

ج/ تعتمد على مقدار:

1. معامل الحث الذاتي للمحث (L) وتتناسب معه طردياً $(X_L \propto L)$ بثبوت تردد الزاوي (ω).
2. التردد الزاوي (ω) وتتناسب معه طرديا $(X_L \propto \omega)$ بثبوت معامل الحث الذاتي (L).

$$X_L \propto \omega \ (L = \text{constant}) \rightarrow \frac{X_{L2}}{X_{L2}} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$X_L \propto L \ (\omega = \text{constant}) \rightarrow \frac{X_{L2}}{X_{L2}} = \frac{L_2}{L_1}$$

س/ ماهي وحدة قياس الرادة الحث (X_L)؟ أثبت ذلك.

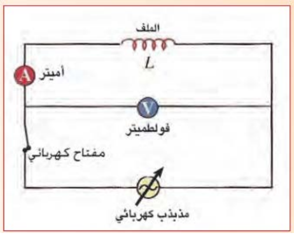
ج/ الوحدة هي الاوم ورمزها (Ω)

$$X_L = 2\pi f L = Hz.Henry = \left(\frac{1}{sec}\right)\left(\frac{Volt.sec}{Ampere}\right) = \frac{Volt}{Ampere} = Ohm\ (\Omega)$$

س/ د1خا 2014 ، د3 2015/ وضح بنشاط تأثير تغير تردد تيار الدائرة (f) في مقدار رادة الحث (X_L)؟ ثم ارسم الدائرة الكهربائية العملية اللازمة لاجراء هذا النشاط؟

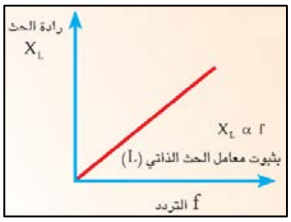
ج/ ادوات التجربة

مذبذب كهربائي (مصدر فولطية متناوبة يمكن تغيير تردده) اميتر، فولطميتر، ملف مهمل المقاومة (محث) ، مفتاح كهربائي.



خطوات النشاط:

- **نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من الملف والأميتر والمذبذب الكهربائي على التوالي، ونربط الفولطميترعلى التوازي بين طرفي الملف (كما في الشكل).**
- **نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي تدريجيا مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر) . سنلاحظ حصول نقصان قراءة الاميتر في الدائرة بسبب ازدياد مقدار رادة الحث.**



الاستنتاج : نستنتج من النشاط ان رادة الحث (X_L) تتناسب طرديا مع تردد التيار (f) بثبوت معامل الحث الذاتي (L).

س/د2 2014، ت2016/ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة الحث (X_L) مع تردد التيار (f)؟

ج/حيث يمكن رسم مخطط بياني يمثل العلاقة الطردية بين رادة الحث (X_L) وتردد التيار (f) كما في الشكل.

س/ ت 2014 ، د1 2015/ وضح بنشاط تأثير تغير معامل الحث الذاتي (L) في مقدار رادة الحث (X_L)؟ ثم ارسم الدائرة الكهربائية العملية اللازمة لاجراء هذا النشاط؟

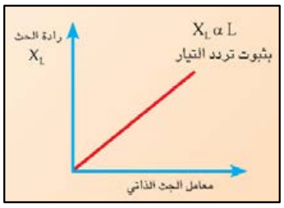
ج/ ادوات النشاط

مصدر فولطية تردده ثابت ، قلب من الحديد المطاوع، اميتر ، فولطميتر، ملف مجوف مهمل المقاومة (محث) ، مفتاح كهربائي.



خطوات النشاط:

- **نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من الملف والاميتر ومصدر الفولطية على التوالي، ونربط الفولطميتر على التوازي بين طرفي الملف) كما في الشكل.**
- **نغلق الدائرة ونلاحظ قراءة الاميتر.**
- **ندخل قلب الحديد تدريجيا في جوف الملف مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية بين طرفي الملف ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر).سنلاحظ حصول نقصان في قراءة الاميتر وذلك بسبب ازدياد مقدار رادة الحث (لان ادخال قلب الحديد في جوف الملف يزيد من معامل الحث الذاتي للملف) . الاستنتاج: نستنتج من النشاط ان رادة الحث (X_L) تتناسب طرديا مع معامل الحث الذاتي (L) بثبوت تردد التيار (f).**



س/ ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة الحث (X_L) مع معامل الحث الذاتي (L)؟

ج/ يمكن رسم مخطط بياني يمثل العلاقة الطردية بين رادة الحث (X_L) ومعامل الحث الذاتي (L) .كما في الشكل التالي

س/ كيف تفسر ازدياد مقدار رادة الحث بازدياد تردد الدائرة على وفق قانون لنز؟

ج/ ان ازدياد تردد التيار المناسب في الدائرة أي ازدياد المعدل الزمني للتغير في التيار $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$ فتزداد بذلك القوة الدافعة الكهربائية المحتثة (ε_{ind}) في المحث والتي تعمل على عرقلة المسبب لها $(\varepsilon_{ind} \propto \frac{\Delta I}{\Delta t})$. على وفق قانون لنز ، أي تعرقل المعدل الزمني للتغير في التيار فتزداد نتيجة لذلك رادة الحث التي تمثل تلك المعاكسة التي يبديها المحث للتغير في التيار.

س/ كيف يعمل الملف ؟ ولماذا ؟ عند 1- الترددات الواطئة جدا. 2- الترددات العالية جدا •

ج/ 1- عند الترددات الواطئة جدا يعمل الملف عمل مقاومة صرف (لان الملف غير مهمل المقاومة). لانه عند الترددات الواطئة جدا تقل رادة الحث $(X_L = 2\pi f L)$ فهي تتناسب طرديا مع تردد التيار $(X_L \propto f)$ وقد تصل الى الصفر عند الترددات الواطئة جدا.

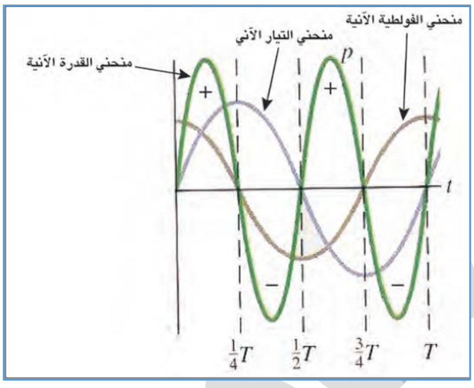
2- عند الترددات العاليةجدا يعمل الملف عمل مفتاح مفتوح. لانه عند الترددات العالية جدا تؤدي إلى زيادة رادة الحث (X_L) زيادة كبيرة جدا قد تؤدي إلى قطع تيار الدائرة .

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف

الشكل التالي يمثل **منحني القدرة المتوسطة لدائرة تيار تحتوي محث صرف**

حيث يمتاز هذا المنحني بالصفات التالية :

1. منحني جيبي
2. يحتوي أجزاء موجبة واجزاء سالبة متساوية.
3. ترددها ضعف تردد التيار والفولطية.
4. متوسط القدرة في المحث الصرف لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات يساوي صفر. $(P_{av} = 0)$



س/ القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفر لدائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف؟ ما سبب ذلك؟

ج/ أن سبب ذلك ، هو عند تغير التيار المناسب في المحث من الصفر إلى المقدار الأعظم في احد أرباع الدورة تنتقل الطاقة من المصدر وتختزن في المحث بهيئة مجال مغناطيسي (يمثله الجزء الموجب من منحني القدرة) وعند تغير التيار من المقدار الأعظم إلى الصفر في الربع الذي يليه تعاد جميع الطاقة إلى المصدر (يمثله الجزء السالب من منحني القدرة).

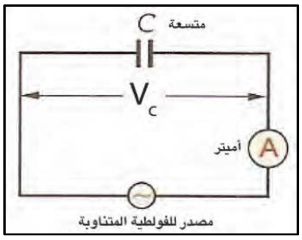
س/ لماذا لا تعد رادة الحث مقاومة اومية ولا تخضع لقانون جول الحراري ؟

ج/ لأنها لا تستهلك قدرة (القدرة المتوسطة تساوي صفر).

س/ لماذا لا يبدد المحث الصرف قدرة في دائرة التيار المتناوب ؟

ج/ وذلك لعدم وجود مقاومة في الدائرة .

دائرة تيار متناوب: الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف



➢ **الدائرة الكهربائية:** الشكل التالي يبين دائرة تيار متناوب تحتوي مصدرا للفولطية المتناوبة ومتسعة فقط .وان الفولطية والتيار المنساب عبر المتسعة تعطى بالعلاقات الآتية:

$$V_c = V_m \sin(\omega t)$$

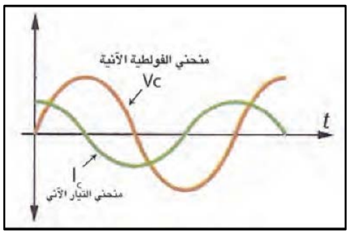
$$I_c = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

V_c : المقدار الآني للفولطية عبر المتسعة.

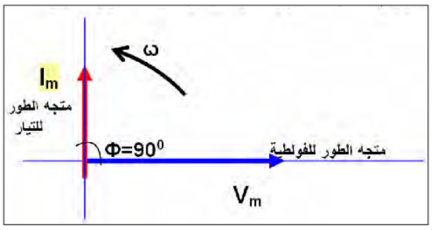
V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المتسعة.

I_c : يمثل المقدار الآني للتيار المنساب عبر المتسعة.

I_m : يمثل المقدار الاعظم للتيار المنساب عبر المتسعة.



➢ **التمثيل البياني:** يتم تمثيل موجة التيار والفولطية لدائرة تحتوي على متسعة صرف بشكل منحني جيبي وزاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يساوي $(\Phi = \frac{\pi}{2} = 90^0)$.



➢ **متجه الطور:** متجه الطور للتيار (I_m) عبر متسعة ذات سعة صرف يسبق متجه الطور للفولطية (V_m) بفرق طور $(\Phi = \frac{\pi}{2} = 90^0)$ او ربع دورة.

رادة السعة (X_c)

هي المعاكسة التي تبديها المتسعة للتغير في فولطية الدائرة ، وتقاس بوحدة الاوم (Ω). وتعطى بالعلاقات التالية:

$$X_c = \frac{V_c}{I_c} \quad \text{Or} \quad X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f\, C}$$

حيث ان:

X_c: رادة السعة تقس بالاوم (Ω).

ω: التردد الزاوي ويقاس بوحدة $(\frac{rad}{s})$.

C: سعة المتسعة وتقاس بوحدة الفاراد (F).

f: تردد التيار ويقاس ب الهرتز (Hz).

س/ علامَ يعتمد مقدار رادة المتسعة (X_c)؟

ج/ تعتمد على مقدار:

1. سعة المتسعة (C) وتتناسب معه عكسيا $(X_c \propto \frac{1}{C})$ بثبوت تردد الزاوي (ω).
2. التردد الزاوي (ω) وتتناسب معه عكسيا $(X_c \propto \frac{1}{\omega})$ بثبوت سعة المتسعة (C).

$$X_c \propto \frac{1}{\omega}\ (C = \text{constant}) \rightarrow \frac{X_{c2}}{X_{c2}} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

$$X_c \propto \frac{1}{C}\ (\omega = \text{constant}) \rightarrow \frac{X_{c2}}{X_{c2}} = \frac{C_1}{C_2}$$

س/ ماهي وحدة قياس رادة المتسعة (X_C)؟ أثبت ذلك.

ج/ الوحدة هي الاوم ورمزها (Ω)

$$X_c = \frac{1}{2\pi f\, C} = \frac{1}{Hz.Farad} = \left(\frac{1}{\left(\frac{1}{sec}\right)\left(\frac{Coulomb}{Volt}\right)}\right) = \frac{sec.\ Volt}{Ampere.\ sec} = \frac{Volt}{Ampere} = Ohm$$

س/ اشتق معادلة التيار لدائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف؟

ج/

$$Q = C.V_c = C.V_m\ \sin(\omega t)$$

$$I_c = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\Delta[C.V_m\ \sin(\omega t)]}{\Delta t} = \omega\, C\, V_m\ \cos(\omega t) = \omega\, C\, V_m\ \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I_c = \frac{1}{X_c}\, V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{V_m}{X_c}\ \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_m\ \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

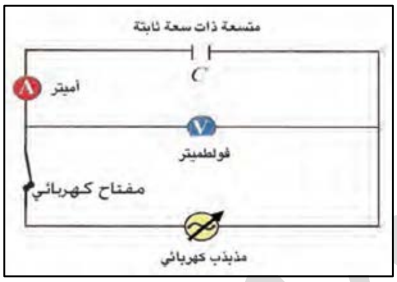
$$I_c = I_m\ \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

س/ د1 2013 ، د3 2015/وضح بنشاط تأثير تغير مقدار تردد فولطية المصدر (f) في مقدار رادة السعة (X_C)؟ ثم ارسم الدائرة الكهربائية العملية اللازمة لاجراء هذا النشاط؟

ج/ **ادوات النشاط**

اميتر، فولطميتر، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مذبذب كهربائي واسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي.

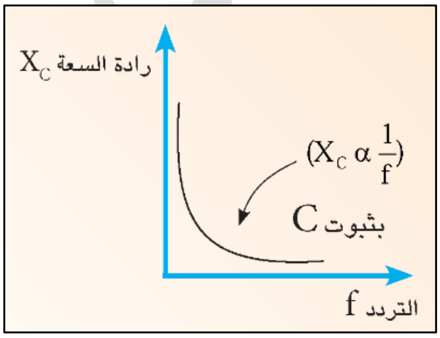
خطوات النشاط



- **نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من المتسعة والاميتر والمذبذب الكهربائي على التوالي، ونربط الفولطميتر على التوازي بين صفيحتي المتسعة) .**
- **نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي مع المحافظة على بقاء مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر) سنلاحظ ازدياد قراءة الاميتر (ازدياد التيار المنساب في الدائرة مع ازدياد تردد فولطية المصدر).**

الاستنتاج: نستنتج من النشاط ان رادة السعة (X_C) تتناسب عكسيا مع تردد فولطية المصدر (f) بثبوت بثبوت سعة المتسعة (C).

س/د2 2014، ت2016/ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة السعة (X_C) وتردد الفولطية ؟



ج/ حيث يمثل هذا المخطط البياني العلاقة العكسية بين رادة السعة (X_C) تردد فولطية المصدر (f) عندما تحتوي الدائرة على متسعة ذات سعة صرف كما في الشكل.

س/ كيف تعمل المتسعة؟ ولماذا ؟ عند 1- الترددات الواطئة جدا. 2- الترددات العالية جدا.

ج/1- عند الترددات الواطئة جدا تعمل المتسعة عمل مفتاح مفتوح كما يحصل ذلك عند وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر. لانه عند الترددات الواطئة تزداد رادة السعة الى مقدار كبير جدا يقطع تيار الدائرة (رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد $X_C \propto \frac{1}{f}$).

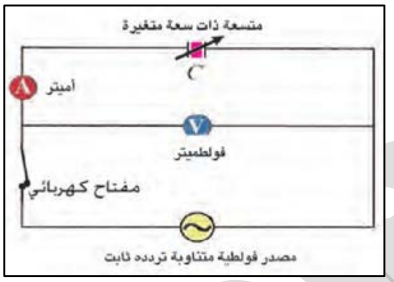
2- عند الترددات العالية جدا تعمل المتسعة عمل مفتاح مغلق (تعد المتسعة خارج الدائرة) لانه عند الترددات العالية جدا تقل رادة السعة وقد تصل الى الصفر (رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد $X_C \propto \frac{1}{f}$).

س/ د2خ 2014/ وضح بنشاط تأثير تغير سعة المتسعة (C) في مقدار رادة السعة (X_C)؟ ثم ارسم الدائرة الكهربائية العملية اللازمة لاجراء هذا النشاط؟

ج/ ادوات النشاط

مصدر للفولطية المتناوبة تردده ثابت (ولكن يمكن تغيير مقدار فرق الجهد بين طرفيه) ، اميتر، فولطميتر، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين متغيرة السعة، مفتاح كهربائي.

خطوات النشاط

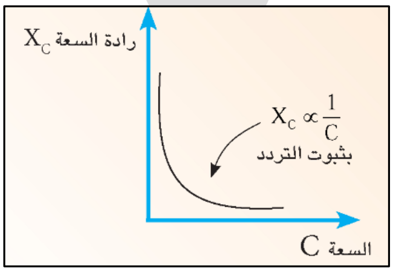


- **نربط دائرة كهربائية عملية (تتألف من المتسعة والاميتر ومصدر الفولطية على التوالي، ونربط الفولطميتر على التوازي بين صفيحتي المتسعة).**
- **نغلق الدائرة ونلاحظ قراءة الاميتر**
- **نزيد مقدار سعة المتسعة تدريجيا (وذلك بإدخال لوح من مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتي المتسعة). نلاحظ ازدياد قراءة الاميتر (ازدياد التيار المنساب في الدائرة زيادة طردية مع ازدياد سعة المتسعة) .**

الاستنتاج نستنتج من النشاط ان رادة السعة (X_C) تتناسب عكسيا مع مقدار سعة المتسعة (C) بثبوت تردد فولطية المصدر (f).

س/ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين سعة المتسعة ورادة السعة؟

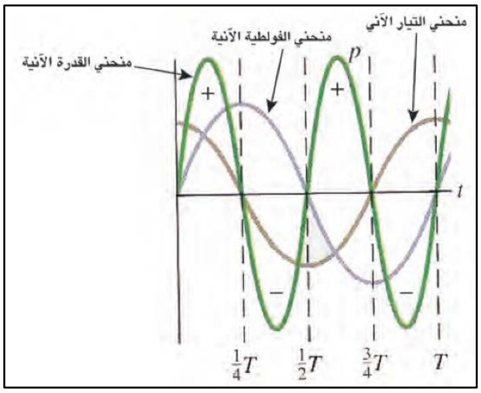
ج/حيث يمثل هذا المخطط بياني العلاقة العكسية بين رادة السعة (X_C) و سعة المتسعة (C) بثبوت تردد فولطية المصدر (f) عندما تحتوي الدائرة على متسعة ذات سعة صرف كما في الشكل.



القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف

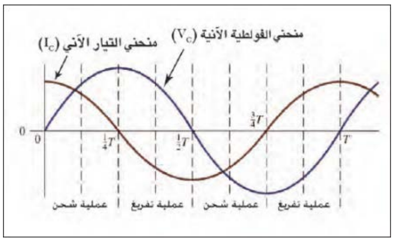
الشكل التالي يمثل منحني القدرة المتوسطة لدائرة تيار تحتوي متسعة ذات سعة صرف حيث يمتاز هذا المنحني بالصفات التالية :

1. يتغير كدالة جيبية
2. يحتوي أجزاء موجبة واجزاء سالبة متساوية بالمساحة.
3. تردده ضعف تردد التيار والفولطية.
4. القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات يساوي صفر. $(P_{av} = 0)$



س/ القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفر لدائرة تيار متناوب تحتوي متسعة؟ ما سبب ذلك؟

ج/ إن سبب ذلك هو ان المتسعة تشحن خلال الربع الأول من الدورة ثم تفرغ جميع شحنتها الى المصدر خلال الربع الذي يليه من الدورة، وبعدها تشحن المتسعة بقطبية معاكسة وتتفرغ وهكذا بالتعاقب.



س/ هل المتسعة ذات السعة الصرف تبدد القدرة في دائرة التيار المتناوب؟ ولماذا؟

ج/ كلا ، أن المتسعة ذات السعة الصرف لاتبدد القدرة في دائرة التيار المتناوب لعدم توافر مقاومة في الدائرة.

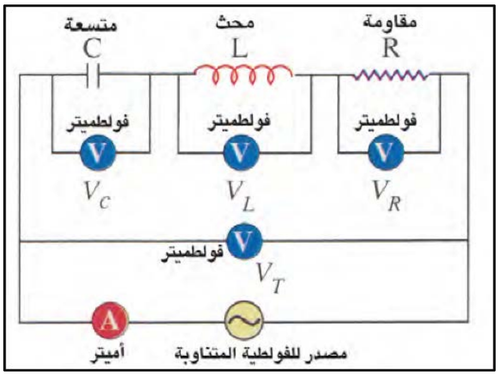
س/د1 2014/ ماذا يحصل عند ربط صفيحتي متسعة بين طرفي مصدر ذي فولتية متناوبة؟

ج/المتسعة سوف تنشحن وتتفرغ بالتعاقب وبصورة دورية وبذلك تعتبر دائرتها مغلقة.

حيث ان متجه الطور للتيار (I_m) عبر متسعة ذات سعة صرف يتقدم على متجه الطور للفولطية (V_m) بفرق طور $(\Phi = \frac{\pi}{2} = 90^0)$ او ربع دورة.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

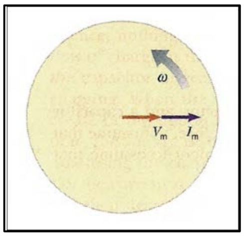
دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C)



عند ربط كل من مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف على التوالي مع بعضها ومجموعتها على التوالي مع اميتر، يتخذ المحور الافقي (X) كمحور اسناد (محور مرجعي) فتكون:

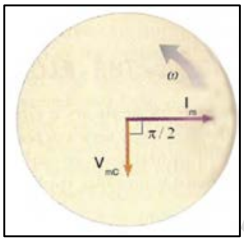
- المتجهات الطورية للتيارات (I_R , I_L , I_c) تنطبق كل منها على المحور X .
- المتجهات الطورية للفولطية (V_R , V_L , V_c) تعمل كل منها زاوية فرق طور (Φ) مع المحور X.

تمثيل المتجهات الطورية لكل من التيار والفولطية:



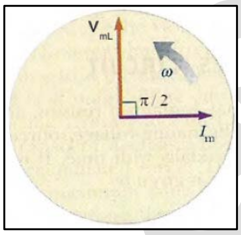
1. خلال مقاومة صرف: المتجه الطوري للفولطية V_R والتيار I_R يكونان بطور واحد (بأتجاه واحد) أي ان زاوية فرق الطور بينهما $(\Phi = 0)$ لذا فان الفولطية والتيار خلال مقاومة صرف تتمثلان بالعلاقتين:

$$V_R = V_m \sin(\omega t) \quad , \quad I_R = I_m \sin(\omega t)$$



2. خلال متسعة ذات سعة صرف: المتجه الطوري للفولطية V_c يتأخر عن المتجه الطوري للتيار I_c بفرق طور يساوي 90^o $(\Phi = -\frac{\pi}{2})$ لذا فان الفولطية والتيار خلال متسعة ذات سعة صرف تتمثلان بالعلاقتين:

$$V_C = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad , \quad I_R = I_m \sin(\omega t)$$



3. خلال محث صرف: المتجه الطوري للفولطية V_L يتقدم عن المتجه الطوري للتيار I_L بزاوية فرق طور يساوي 90^o $(\Phi = +\frac{\pi}{2})$ لذا فان الفولطية والتيار محث صرف تتمثلان بالعلاقتين:

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad , \quad I_L = I_m \sin(\omega t)$$

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

خصائص ربط التوالي لعناصر الدائرة تحتوي على (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف):

1. مقدار التيار متساوي في جميع عناصر الدائرة المتوالية ويساوي التيار الكلي (I_T) حيث نرسم التيار على محور الاسناد (كأساس).

$$I_R = I_L = I_c = I_T = I$$

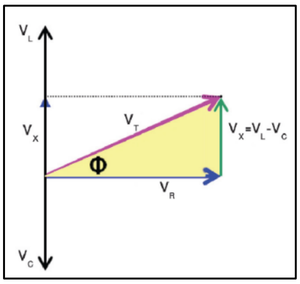
2. مقدار فرق الجهد يختلف من عنصر لأخر، حيث يتم حساب الفولطية الكلية (الفولطية المحصلة) (V_T) عن طريق جمع الاتجاهي للمتجهات الطورية. من رسم مخطط المتجهات الطورية للفولطيات (V_R , V_L , V_c) وبأستخدام نظرية فيثاغورس نجد ان الفولطية الكلية (الفولطية المحصلة) (V_T) تعطى بالعلاقات التالية:

V_X : فولطية الرادة المحصلة وتساوي الفرق بين فولطية الرادتين (رادة الحث ورادة السعة).

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_X)^2 \quad , V_X = V_L - V_C$$

$$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_L - V_C)^2$$

➢ من مخطط المتجهات الطورية للفولطيات يمكن حساب زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (المحصلة) ومتجه الطور للتيار في هذه الدائرة:



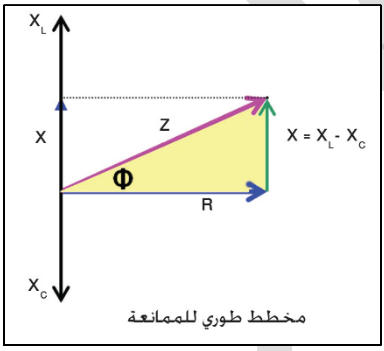
$$\tan \Phi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

3. **الممانعة الكلية في الدائرة (Z)** : هي المعاكسة المشتركة للمقاومة والرادة وتقاس بوحدة الاوم (Ω) ويمكن حسابها من مخطط الممانعة وبتطبيق نظرية فيثاغورس:

$$Z^2 = R^2 + X^2 \quad , \quad X = X_L - X_C$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

➢ من مخطط الممانعة يمكن حساب زاوية فرق الطور (Φ):



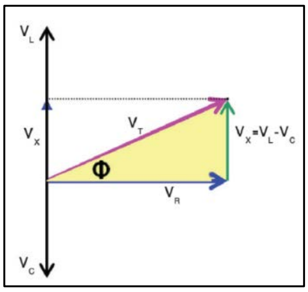
مخطط طوري للممانعة

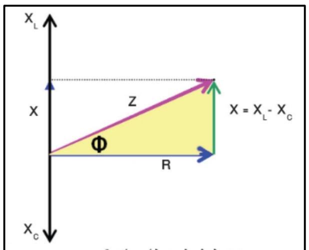
$$\tan \Phi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

الرادة المحصلة X : وتقاس بوحدة الاوم (Ω) وتساوي الفرق بين الرادتين (رادة الحث X_L ورادة السعة X_C).

$R = \frac{V_R}{I}$ مقاومة , $X_L = \frac{V_L}{I}$ رادة الحث , $X_C = \frac{V_C}{I}$ رادة السعة , $Z = \frac{V_T}{I}$ الممانعة

خصائص ربط $(R - L - C)$ على التوالي

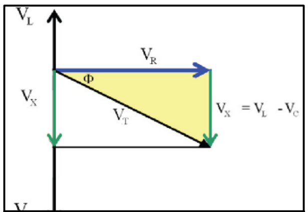


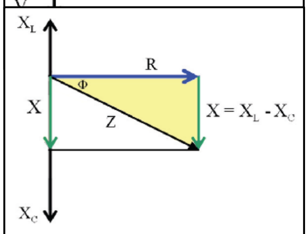


مخطط طوري للممانعة

اولاً: $(V_L > V_C)$ **أذا كانت (V_L) اكبر من (V_C) لدائرة التيار المتناوب المتوالية الربط التي تحتوي $(R\text{-}L\text{-}C)$.**

1. **الدائرة تمتلك** خواص حثية.
2. **زاوية فرق الطور بين الفولطية والتيار تكون موجبة.**
3. **متجه الطور للفولطية الكلية (المحصلة) (V_T) يسبق (يتقدم) عن متجه الطور للتيار (I) بزاوية فرق طور (Φ).**
4. **مخطط الطوري للممانعة اذا كان (X_L) اكبر من (X_C) يمكن رسمه بالشكل التالي.**

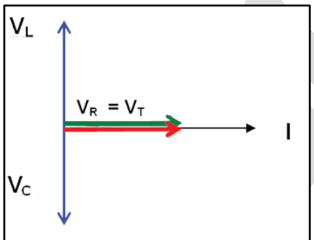




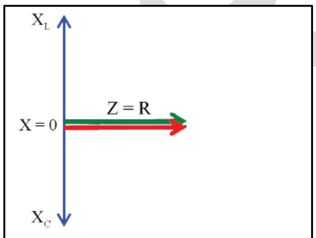
مخطط طوري للممانعة

ثانياً: $(V_L < V_C)$ **أذا كانت (V_L) اصغر من (V_C) لدائرة التيار المتناوب المتوالية الربط التي تحتوي $(R\text{-}L\text{-}C)$.**

1. **الدائرة تمتلك** خواص سعوية.
2. **زاوية فرق الطور بين الفولطية وللتيار تكون سالبة.**
3. **متجه الطور للفولطية الكلية (المحصلة) (V_T) يتأخر (يتخلف) عن متجه الطور للتيار (I) بزاوية فرق طور (Φ).**
4. **مخطط الطوري للممانعة اذا كان (X_L) اصغر من (X_C) يمكن رسمه بالشكل التالي.**



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات



مخطط طوري للممانعة

ثانياً: $(V_L = V_C)$ **أذا كانت (V_L) تساوي (V_C) لدائرة التيار المتناوب المتوالية الربط التي تحتوي $(R - L - C)$.**

1. **الدائرة تمتلك** خواص مقاومة صرف (اومية) (وهي حالة الرنين الكهربائي).
2. **زاوية فرق الطور بين الفولطية وللتيار تساوي صفرا.**
3. **متجه الطور للفولطية الكلية (المحصلة) (V_T) ينطبق على متجه الطور للتيار (I).**
4. **مخطط الطوري للممانعة اذا كان (X_L) تساوي (X_C) يمكن رسمه بالشكل التالي.**

عامل القدرة

س/ اين تستهلك القدرة في دوائر التيار المتناوب؟ ولماذا؟

ج/تستهلك القدرة في المقاومة فقط وبشكل قدرة حرارية ، اما في المتسعة والمحث لايستهلكان قدرة.

س/ هل يستهلك المحث الصرف قدرة حقيقية ؟ ولماذا ؟

ج/كلا. لان المحث يختزن الطاقة في مجاله المغناطيسي في احد ارباع الدورة ثم تعاد الى المصدر بشكل طاقة كهربائية في الربع الذي يليه.

س/ هل تستهلك المتسعة ذات السعة الصرف قدرة حقيقية ؟ ولماذا ؟

ج/ كلا . لان المتسعة تختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها في احد أرباع الدورة ثم تعيدها إلى المصدر بشكل طاقة كهربائية خلال الربع الذي يليه.

س/اين تختزن القدرة؟ في حالة 1-محث صرف 2-متسعة ذات سعة صرف

ج/1- في حالة محث صرف: فأن القدرة تختزن في مجاله المغناطيسي في احد ارباع الدورة ثم تعاد الى المصدر في الربع الذي يليه.

2- في حالة متسعة ذات سعة صرف: فان القدرة في المتسعة تختزن في مجالها الكهربائي في احد ارباع الدورة ثم تعيدها الى المصدر في الربع الذي يليه.

القدرة الحقيقية (P_{real}) هي القدرة المستهلكة في المقاومة الصرف في دائرة التيار المتناوب ، وتقاس بوحدة الواط (Watt) ، وتعطى بالعلاقات التالية:

$$P_{real} = I_R V_R \quad \text{or} \quad P_{real} = (I_R)^2 R \quad \text{or} \quad P_{real} = I_T V_T \cos\Phi$$

القدرة الظاهرية (P_{app}) هي القدرة الكلية المجهزة للدائرة وتقاس بوحدة فولط-امبير (Volt . Amper). وتعطى بالعلاقات التالية:

$$P_{app} = I_T V_T \quad \text{or} \quad P_{app} = (I_T)^2 Z \quad \text{or} \quad P_{app} = \frac{P_{real}}{\cos\Phi}$$

عامل القدرة (pf) هي نسبة القدرة الحقيقية (المستهلكة) (P_{real}) الى القدرة الظاهرية (الكلية) (P_{app}) ويرمز له (pf).وتعطى بالعلاقة التالية:

$$pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} \Longrightarrow pf = \frac{I_T V_T \cos\Phi}{I_T V_T} \Longrightarrow pf = \cos\Phi$$

ان مقدار عامل القدرة (pf) في دائرة التيار المتناوب يتغير على وفق زاوية فرق الطور (Φ) في الدائرة

نوع الحمل	زاوية فرق الطور (Φ)	مقدار عامل القدرة (pf)	العلاقة بين القدرة الحقيقة والقدرة الظاهرية
1. اذا كان الحمل يحتوي على: a.مقاومة صرف R b.دائرة متوالية (R L C) وهي في حالة رنين.	$\Phi = 0$ الفولطية والتيار بطور واحد	$pf = \cos\Phi = \cos 0$ $pf = 1$	$P_{real} = P_{app}$ القدرة الحقيقة تساوي القدرة الظاهرية (المجهزة)
2. اذا كان الحمل: a. محث صرف (X_L) b. متسعة ذات سعة صرف (X_C) c. كليهما.	$\Phi = 90^o$ $\Phi = \frac{\pi}{2}$	$pf = \cos\Phi = \cos 90^o$ $pf = 0$	$P_{real} = 0$ جميع القدرة المجهزة الى الحمل تعود الى المصدر
3. الحمل يتألف من: a. مقاومة ومحث. b. مقاومة ومتسعة. c. دائرة متوالية (R L C) وهي في حالة رنين.	$\frac{\pi}{2} > \Phi > 0$	$0 < pf = \cos\Phi < 1$	$P_{real} < P_{app}$ تكون القدرة الحقيقة اصغر من القدرة الظاهرية (المجهزة)

س/ علام يعتمد مقدار عامل القدرة في دائرة التيار المتناوب ؟

ج/ يعتمد على زاوية فرق الطور $(pf = \cos\Phi)$ بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار لان $(pf = \cos\Phi)$.

س/ هل يمكن ان يكون مقدار عامل القدرة اكبر من الواحد الصحيح ؟

ج/ كلا . لانه لا يمكن ان تكون القدرة الحقيقية اكبر من القدرة الظاهرية $(pf = \frac{P_{real}}{P_{app}})$.

س/ مامقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب اذا كان الحمل يحتوي على:
1-مقاومة صرف 2-محث صرف 3-متسعة صرف 4-مقاومة ومحث على التوالي.

س/مانوع الحمل في دائرة تيار متناوب يكون فيها عامل القدرة يساوي :
1-صفر 2-واحد.

س/ماذا يعني ان القدرة الحقيقة في الدائرة تساوي القدرة الظاهرية ؟ وضح ذلك .
او س/ماذا يعني ان عامل القدرة في الدائرة يساوي الواحد الصحيح؟
س/ متى تتساوى القدرة الحقيقية في الدائرة مع القدرة الظاهرية؟ وضح ذلك .
س/ماذا يعني ان عامل القدرة في دائرة تيار متناوب تساوي صفرا؟

س/ ت 2016/ما العلاقة بين القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية في دوائر التيار المتناوب التي تحتوي على مقاومة صرف ومتسعة صرف ومحث صرف

الاهتزاز الكهرومغناطيسي

هي التغيرات الحاصلة في الفولطية والتيار في دائرة المحث – متسعة $(L - C)$. حيث يتغير تيار هذه الدائرة وفرق جهدها كدالة جيبية مع الزمن.

محثة – متسعة $(L - C)$ هي دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف ومحث صرف.

ملاحظة

- تعطى الطاقة المخزونة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ذات السعة (C) بالعلاقة التالية:

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$$

Q : تمثل مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة

- تعطى الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي لمحث صرف ذي معامل الحث الذاتي (L) بالعلاقة التالية:

$$PE_{magnatic} = \frac{1}{2} \times L\, I^2$$

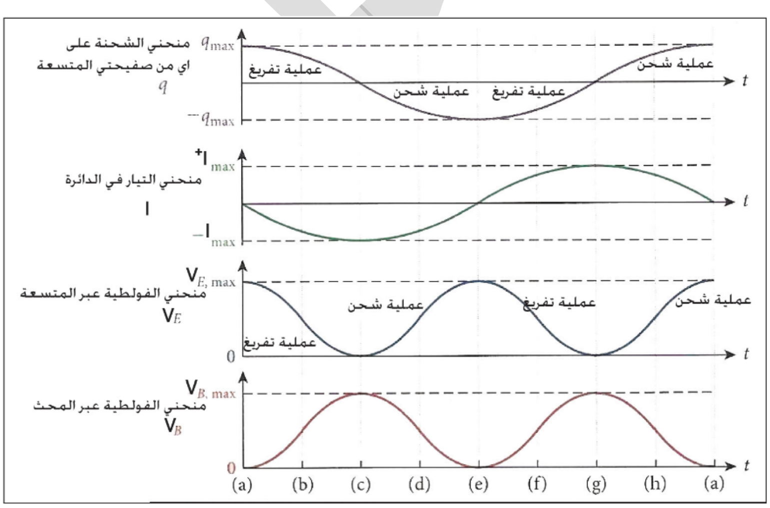
I : يمثل التيار المنساب خلال المحث الصرف

- يعطى التردد الطبيعي (f) والتردد الزاوي (ω) للدائرة المهتزة (دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي) بالعلاقة التالية:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L\,C}} \qquad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$$

س/ على ماذا يعتمد التردد الطبيعي في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟
ج/ يعتمد على 1- معامل الحث الذاتي للمحث 2- سعة الاهتزاز

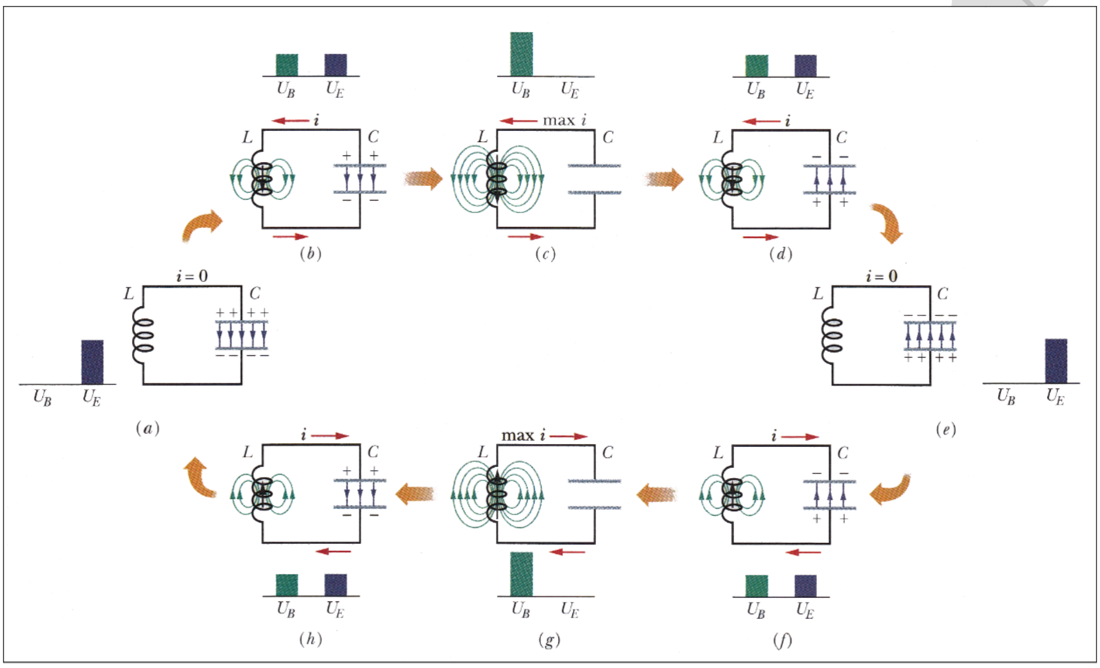
- يوضح الشكل التالي التغيرات في الفولطية والتيار في دائرة المحث– المتسعة $(L - C)$ التي تسمى الاهتزازت الكهرومغناطيسية.



س/ وضح كيف تتم عملية تبادل الطاقة بين المتسعة ذات السعة الصرف والمحث الصرف في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟

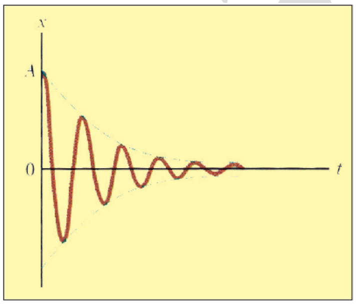
ج/ عندما يتم شحن المتسعة بكامل شحنتها تكون الطاقة الكلية في الدائرة قد اختزنت في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (كما في الشكل a) ، ثم تبدأ المتسعة بتفريغ شحنتها خلال المحث (كما في الشكل b) وفي هذه اللحظة ينساب التيار خلال المحث مولدا مجالا مغناطيسيا وبذلك يكون قسما من الطاقة مختزنا في المجال الكهربائي للمتسعة والقسم الأخر يختزن في المجال المغناطيسي للمحث.

بعد ان تفرغت المتسعة من شحنتها تفريغا كاملا (كما مبين في الشكل c) يعني ذلك ان التيار المنساب في المحث يكون عند قيمته العظمى فتختزن جميع الطاقة في المجال المغناطيسي للمحث. بعد ذلك تنشحن المتسعة مرة أخرى فتختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ثم تتفرغ المتسعة لتختزن الطاقة في المجال المغناطيسي للمحث وهكذا يستمر اختزان الطاقة بين المتسعة والمحث من غيرنقصان وذلك لان الدائرة لا تحتوي على مقاومة تتسبب في ضياع الطاقة.



س/ هل يمكن ان يستمر اهتزاز الطاقة في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي العملية المحتوية على متسعة وملف؟ ولماذا؟ وضح مخططا لهذا الاهتزاز.

ج/ كلا. لايستمر اهتزاز الطاقة وذلك لانه الملف يحتوي على مقاومة تعمل على تلاشي سعة اهتزاز الطاقة مع الزمن.



س/ ما مقدار الطاقة المختزنة في المحث عندما تكون المتسعة بكامل شحنتها؟

ج/ صفرا (عندما تكون الطاقة في المتسعة عند مقدرها الاعظم).

س / متى يكون التيار المنساب خلال المحث في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي في قيمته العظمى ؟

ج/ عندما تكون المتسعة قد تفرغت من جميع شحنتها تماما (عندها تكون الطاقة المختزنة في المحث في قيمتها العظمى).

س/ لماذا تتغير الطاقة الكهربائية والطاقة المغناطيسية بين الصفر والقيمة العظمى في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟

ج/ وذلك لان الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة تعتمد على مربع الشحنة (Q^2) ، والطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث تعتمد على مربع التيار (I^2).

الرنين في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي

هو توليف دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي مع تردد الاشارة المطلوب تسلمها (اي جعل تردد دائرة الاستقبال مساويا لتردد الاشاره المطلوب تسلمها).

س/ كيف تتم عملية التوليف بين محطات الاذاعة او التلفزيون وتردد اجهزة الاستقبال ؟ (مالمقصود بالتوليف)

ج/ جعل تردد دائرة الاستقبال مساويا لتردد الاشارة المطلوب تسلمها وذلك بتغيير سعة المتسعة في الدائرة المهتزة.

س/ ما هو شرط الرنين الكهربائي في دائرة $(R-L-C)$ ؟

ج/ هو تساوي رادة الحث $(X_L = \omega L)$ مع رادة السعة $(X_C = \frac{1}{\omega C})$. وعندها يكون تردد الدائرة مساوي للتردد الرنيني.

الرنين في دوائر التيار المتناوب

س/ أين تكمن الأهمية العملية لدوائر التيار المتناوب $(R-L-C)$ متوالية الربط ؟

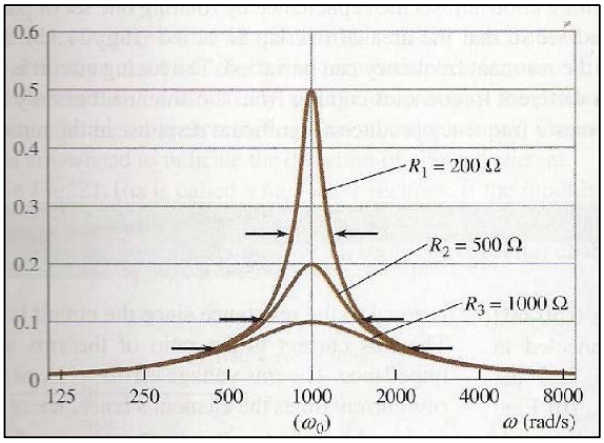
ج/ تكمن أهميتها في الطريقة التي تتجاوب فيها هذه الدوائر مع مصادر ذوات ترددات مختلفة والتي تجعل القدرة المتوسطة المنتقلة إلى الدائرة بأكبر مقدار.

"كمثال على ذلك دوائر التنغيم المستعملة في المستقبلات في أجهزة الراديو وهي ببساطة دائرة (R-L-C) متوالية الربط".

س/ وضح تأثير مقدار مقاومة الدائرة المتوالية الربط $(R-L-C)$ في مقدار منحني التيار عند التردد الرنيني؟ وضح ذلك مع الرسم البياني.

ج/ ■ عندما يكون مقدار المقاومة صغيرا يكون منحني التيار رفيعاً (حادا) ومقداره كبيرا.

■ وإذا كانت المقاومة كبيرة فانها تجعل منحني التيار واسعأ ومقداره صغيرا.



أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س/ ماهي خواص ومميزات دائرة الرنين؟

1. **رادة الحث (X_L) تساوي رادة السعة (X_C) . لذلك فالرادة المحصلة تساوي صفر (0) وهذا يجعل ممانعة الدائرة بأقل مقدار وتساوي المقاومة $(Z = R)$.**
2. **فولطية الحث (V_L) تساوي فولطية السعة (V_C) لذلك فان فولطية الرادة المحصلة تساوي صفر. اي أن $(V_L = V_C)$.**
3. **زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار تساوي صفر أي ان متجه الطور الفولطية ومتجه الطور للتيار متطابقان ومتلازمان .**
4. **عامل القدرة (pf) يساوي واحد لان ؛** $pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$
5. **القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية أي ان؛** $P_{real} = P_{app}$
6. **تمتلك دائرة الرنين خواص مقاومة اومية صرف لان** $(Z = R)$
7. **تيار الدائرة يكون في مقداره الأعظم لان الممانعة باقل مقدار ويعتمد مقدار التيار على مقدار المقاومة** $(I_r = \frac{V_T}{R})$.
8. **القدرة المتوسطة المنتقلة إلى الدائرة بأكبر مقدار .**
9. **نحصل على التردد الزاوي الرنيني والتردد الرنيني في الدائرة من العلاقات التالية ؛**

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} \qquad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$$

س/ دائرة تيار متناوب متوالية الربط $(R - L - C)$ ، متى يصل تيار هذه الدائرة بأعظم مقدار له ؟

ج/ يتحقق ذلك عند التردد الرنيني .

او يتحقق خلال عملية التوليف بين دائرة الاستقبال (دائرة التنغيم) ودائرة الارسال (محطات اذاعة او تلفاز).

أي جعل تردد دائرة الاستقبال مساويا لتردد الاشارة المطلوب تسلمها (وهذه ما تسمى بحالة الرنين).

س/ ماذا يقصد بالرنين الكهربائي ؟

ج/إن الإشارة الراديوية عند تردد معين تنتج تيارا يتغير بالتردد نفسه في دائرة الاستقبال، ويكون هذا التيار باعظم مقدار اذا كان تردد دائرة الاستقبال (دائرة التنغيم) مساويا لتردد الإشارة المستلمة، وعندها تكون رادة الحث $(X_L = \omega L)$ مساوية لرادة السعة $(X_C = \frac{1}{\omega C})$وهذا يجعل ممانعة الدائرة بأقل مقدار $(Z = R)$. فتسمى هذه الحالة الرنين الكهربائي.

س/ دائرة تيار متناوب متوالية الربط $(R - L - C)$ ، كيف يمكن تغير التردد الرنيني (f_r) للدائرة؟

ج/وذلك بتغير أما مقدار سعة المتسعة (C) او تغير معامل الحث الذاتي (L) للمحث.

س/ ماهي خواص الدائرة متوالية الربط تحتوي $(R - L - C)$ ، عندما يكون :

1. ترددها مساوي للتردد الرنيني.
2. ترددها اكبر من التردد الرنيني.
3. ترددها اصغر من التردد الرنيني. ولماذا؟

ج/ 1. تعمل هذه الدائرة بخواص مقاومة صرف. لانه تكون $X_L = X_C$ وكذلك $V_L = V_C$.
2. تعمل هذه الدائرة بخواص حثية. لانه تكون $X_L > X_C$ وكذلك $V_L > V_C$.
3. تعمل هذه الدائرة بخواص سعوية. لانه تكون $X_L < X_C$ وكذلك $V_L < V_C$.

س/ اشتق علاقة لحساب التردد الرنيني لدائرة $(R - L - C)$ متوالية الربط؟

ج/

شرط الرنين $X_L = X_C$

$$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C} \rightarrow (\omega_r)^2 = \frac{1}{L C}$$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L C}}$$ التردد الزاوي لدائرة الرنين .... (1)

$\because \omega_r = 2\pi f_r$ نعوض في معادلة (1)

$$2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{L C}} \rightarrow \boxed{f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C}}}$$ التردد الرنيني (الطبيعي) للدائرة المهتزة

عامل النوعية (Qf)

هو النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني ω_r ونطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$.

$$\boxed{Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}}$$

نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$

هو الفرق بين التردد الزاوي عند منتصف المقدار الاعظم للقدرة المتوسطة $(\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1)$. ونطاق التردد الزاوي يتغير طرديا مع المقاومة R وعكسيا مع معامل الحث الذاتي للملف L.

$$\boxed{\Delta\omega = \frac{R}{L}}$$

ملاحظة: يعطى عامل النوعية Qf مع المقاومة والسعة ومعامل الحث الذاتي بالعلاقة التالية:

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \rightarrow Qf = \frac{\frac{1}{\sqrt{L C}}}{\frac{R}{L}} \rightarrow \boxed{Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}}$$

س/ متى تتحقق حالة الرنين لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي $(R - L - C)$؟

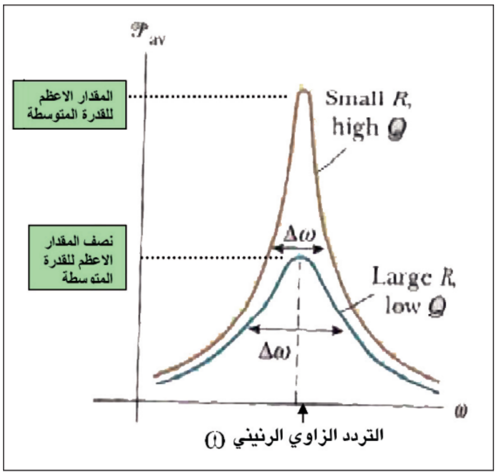
ج/ تتحقق حالة الرنين عندما يكون التردد الزاوي للدائرة مساويا للتردد الزاوي الرنيني اي يكون $(\omega = \omega_r)$.

وعندها تكون القدرة المتوسطة (P_{av}) في مقدارها الاعظم.

س/ متى تكون القدرة المتوسطة (P_{av}) في مقدارها الاعظم في دائرة تيار متناوب تحتوي $(R - L - C)$؟

ج/ عند التردد الرنيني.

س/ وضح تأثير مقدار مقاومة الدائرة المتوالية الربط $(R - L - C)$ على نطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$ ومنحنى القدرة المتوسطة؟ وضح ذلك مع الرسم البياني.



ج/ ■ عندما تكون المقاومة في الدائرة صغيرة المقدار، تجعل منحني القدرة المتوسطة حادا، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ صغيرا، وعندئذ يكون عامل النوعية لهذه الدائرة عاليا.

■ وعندما تكون المقاومة في الدائرة كبيرة المقدار، فتجعل منحني القدرة المتوسطة واسعا (عريضا)، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ كبيرا، وعندئذ يكون عامل النوعية لهذه الدائرة واطئاً.

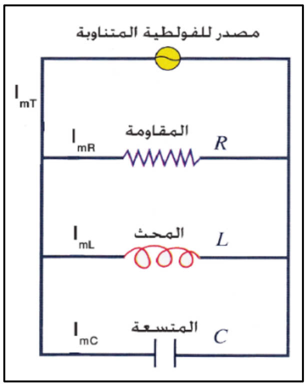
> ملاحظة
> **عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الاعظم نحصل على قيمتين للتردد الزاوي $(\omega_1$ و $\omega_2)$ على جانبي التردد الزاوي الرنيني ω_r. لاحظ الشكل السابق.**

س/ علل/ د 3 2014/ يزداد عامل النوعية في الدائرة الرنينة المتوالية الربط كلما كانت مقاومة هذه الدائرة صغيرة؟

ج/ لانه عندما تكون المقاومة في الدائرة صغيرة المقدار سيكون منحني القدرة المتوسطة حادا جدا ، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ صغيرا، وبالتالي يكون عامل النوعية (Qf) لهذه الدائرة عاليا.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C)



عند ربط كل من مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف على التوازي مع بعضها ومجموعتها ربطت على التوالي مع قطبي مصدر للفولطية المتناوبة، يتخذ المحور الافقي (X) كمحور اسناد (محور مرجعي) فتكون:

- المتجهات الطورية للتيارات (I_R , I_L , I_c) تعمل كل منها زاوية فرق طور (Φ) مع المحور X.
- المتجهات الطورية للفولطية (V_R , V_L , V_c) تنطبق كل منها على المحور X.

خصائص ربط التوازي لعناصر الدائرة تحتوي على (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف):

1. مقدار فرق الجهد متساوي على جميع عناصر الدائرة المتوازية ويساوي فرق الجهد الكلي (I_T) حيث نرسم متجه الطور للفولطية على محور الاسناد (كأساس).

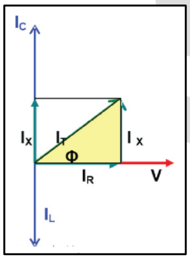
$$V_R = V_L = V_c = V_T$$

2. مقدار التيار يختلف من عنصر لأخر، حيث ان التيار الرئيس (الكلي) في نقطة التفرع للتيارات المنسابة في العناصر المكونة لها لايساوي المجموع الجبري للتيارات الفرعية (I_R , I_L , I_c) وذلك بسبب وجود زاوية فرق في الطور بين كل من المتجهات الطورية لهذه التيارات ومتجه الطور للفولطية في الدائرة والذي ينطبق على محور الاسناد الافقي (x). حيث يتم حساب التيار الرئيسي (الكلي) (I_T) عن طريق جمع الاتجاهي للمتجهات الطورية. من رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات (I_R , I_L , I_c) وبأستخدام نظرية فيثاغورس نجد ان التيار الرئيسي (الكلي) (I_T) يعطى بالعلاقات التالية:

$$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_X)^2 \quad , I_X = I_C - I_L$$

$$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2$$

I_X : تيار الرادة المحصلة ويساوي الفرق بين تيار الرادتين (رادة الحث ورادة السعة) اي ان $(I_X = I_C - I_L)$.



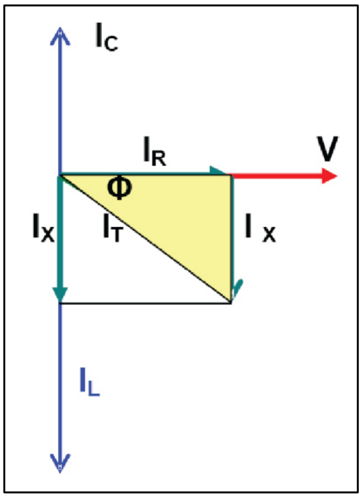
➢ من مخطط المتجهات الطورية للتيارات يمكن حساب زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (المحصل) ومتجه الطور للفولطية في هذه الدائرة:

$$\tan \Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R}$$

3. الممانعة الكلية في الدائرة (Z) والمقاومة (R) رادة الحث (X_L) ورادة السعة (X_C) تحسب وفق قانون اوم:

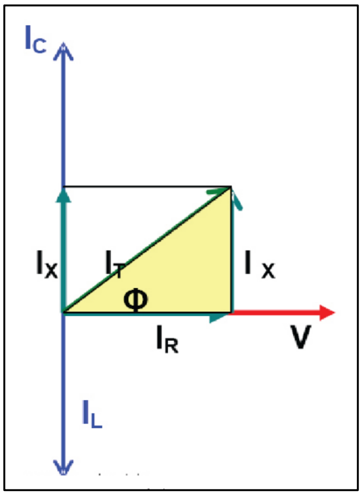
$$R = \frac{V}{I_R} \text{ مقاومة} , X_L = \frac{V}{I_L} \text{ رادة الحث} , X_C = \frac{V}{I_C} \text{ رادة السعة} , Z = \frac{V}{I_T} \text{ الممانعة}$$

خصائص ربط $(R - L - C)$ على التوازي



اولاً: $(I_C < I_L)$ أذا كان متجه الطور للتيار خلال المتسعة (I_C) اصغر من مقدار متجه الطور للتيار خلال المحث (I_L)، فأن الدائرة متوازية الربط :

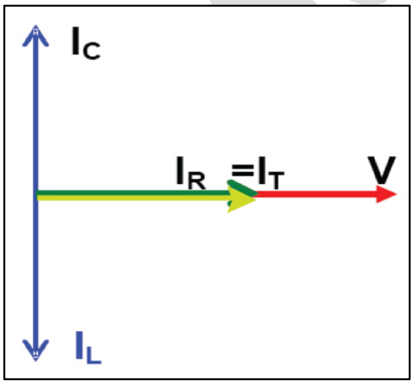
1. الدائرة تمتلك خواص حثية.
2. زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) سالبة.
3. متجه الطور للتيار الكلي (I_T) يتأخر عن متجه الطور للفولطية (V) بزاوية فرق طور (Φ).



ثانياً : $(I_C > I_L)$ أذا كان متجه الطور للتيار خلال المتسعة (I_C) اكبر من مقدار متجه الطور للتيار خلال المحث (I_L)، فأن الدائرة متوازية الربط :

1. الدائرة تمتلك خواص سعوية.
2. زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) موجبة.
3. متجه الطور للتيار الكلي (I_T) يتقدم عن متجه الطور للفولطية (V) بزاوية فرق طور (Φ).

ثالثاً : $(I_C = I_L)$ أذا كان متجه الطور للتيار خلال المتسعة (I_C) يساوي مقدار متجه الطور للتيار خلال المحث (I_L)، فأن الدائرة متوازية الربط :



1. الدائرة تمتلك خواص مقاومة صرف (اومية)
2. زاوية فرق الطور (Φ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) صفرا.
3. متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ينطبق عن متجه الطور للفولطية (V) .

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الثالث

أمثلة التيار المتناوب

أمثلة

س1/ مصدر للفولطية المتناوبة، ربط بين طرفيه مقاومة صرف $(R = 100\Omega)$، الفولطية في الدائرة تعطى بالعلاقة الآتية: $(V = 424.2\ \sin(\omega t))$ ، احسب:

1- المقدار المؤثر للفولطية. 2- المقدار المؤثر للتيار. 3- مقدار القدرة المتوسطة.

1. $V_R = V_m \sin(\omega t) \Rightarrow V_R = 424.2 \sin(\omega t)$

$V_m = 424.2\ V$

$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{424.2}{1.414} = 300V$

2. $I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{300}{100} = 3\ A$

3. $P_{av} = I_{eff}^2 R = (3)^2 \times 100 = 900\ watt$

Or $P_{av} = I_{eff} V_{eff} = 3 \times 300 = 900\ watt$

س2/ ملف مهمل المقاومة (محث صرف) معامل حثه الذاتي $(\frac{50}{\pi} mH)$ ربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه $(20\ V)$. احسب كل من رادة الحث والتيار في الدائرة عندما يكون تردد الدائرة:

a) $f = 10\ Hz$ b) $f = 1\ MHz$

a) At $f = 10\ Hz$

$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 10 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 1\Omega$

$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{1} = 20\ A$

b) At $f = 1\ MHz$

$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 1 \times 10^6 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 10^5\Omega$

$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{10^5} = 20 \times 10^{-5} A$

س3/ ربطت متسعة سعتها $(\frac{4}{\pi}\,\mu F)$ بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه $(2.5\ V)$ احسب مقدار رادة السعة ومقدار التيار في هذه الدائرة. إذا كان تردد الدائرة:

5×10^5 Hz (b)   5 Hz (a)

a) At f = 5 Hz

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times \left(\frac{4}{\pi}\right) \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{40} = 25 \times 10^3\ \Omega$$

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2.5}{25 \times 10^3} = 1 \times 10^{-4} A$$

b) At f = 5×10^5 Hz

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^5 \times \left(\frac{4}{\pi}\right) \times 10^{-6}} = \frac{1}{4} = 0.25\ \Omega$$

$$I = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2.5}{0.25} = 10\ A$$

س4/ ربط ملف معامل حثه الذاتي $(L = \frac{\sqrt{3}}{\pi}\,mH)$ بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق جهده $(100\ V)$ فكانت زاوية فرق الطور Φ بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار 60^0 ومقدار التيار المنساب في الدائرة $(10\ A)$ ما مقدار: 1- مقاومة الملف. 2- تردد المصدر

1. $Z = \frac{V_T}{I} = \frac{100}{10} = 10\ \Omega$

$\cos\Phi = \frac{R}{Z} \Rightarrow \cos 60^0 = \frac{R}{10} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{R}{10}$

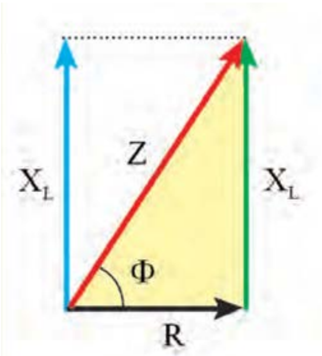
$R = 5\ \Omega$

$Z^2 = R^2 + X_L^2 \Rightarrow (10)^2 = (5)^2 + X_L^2 \Rightarrow X_L^2 = 100 - 25 = 75$

$X_L = 5\sqrt{3}\ \Omega$

2. $X_L = 2\pi f L \Rightarrow 5\sqrt{3} = 2\pi f \times \frac{\sqrt{3}}{\pi} \times 10^{-3}$

$f = 2500\ Hz$



س5/ ت2016/ دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومتسعة صرف ومحث صرف $(R - L - C)$ مربوطة مع بعضها على التوالي ومجموعتها مربوطة مع مصدر للفولطية المتناوبة $(200\ V)$ وكانت: $(X_C = 90\ \Omega\ ,\ X_L = 120\ \Omega\ ,\ R = 40\ \Omega)$ احسب مقدار :

(1) **الممانعة الكلية.**

(2) **التيار المنساب في الدائرة**

(3) **زاوية فرق الطور بين متجه الفولطية الكلية ومتجه التيار. وارسم المخطط الطوري للممانعة. وما خصائص هذه الدائرة؟**

(4) **عامل القدرة.**

(5) **القدرة الحقيقية المستهلكة في المقاومة.**

(6) **القدرة الظاهرية (القدرة المجهزة للدائرة).**

1. $Z^2 = R_T^2 + (X_L - X_C)^2$

   $Z^2 = (40)^2 + (120 - 90)^2$

   $Z^2 = 1600 + 900 = 2500$

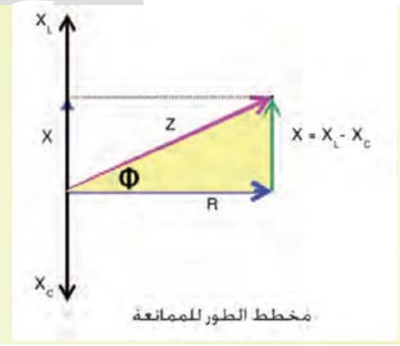
   $z = 50\Omega$

2. $I = \frac{V_T}{Z} = \frac{200}{50} = 4\ A$

3. $\tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{120-90}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$

   $\Phi = 37^0$ للدائرة خصائص حثية

   $X_L > X_C$



مخطط الطور للممانعة

4. $pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5} = 0.8$

   $P_{real} = I_R^2\ R = 4^2 \times 40 = 640\ Watt$

   $P_{app} = I_T \times V_T = 4 \times 200 = 800\ VA$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س6/ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف $(R = 500\Omega)$ ومحث صرف $(L = 2H)$ ومتسعة ذات سعة صرف $(C = 0.5\mu F)$ ومذبذبا كهربائيا مقدار فرق الجهد بين طرفيه $(100V)$ ثابتا والدائرة في حالة رنين. احسب مقدار:

1. **التردد الزاوي الرنيني.**
2. **رادة الحث ورادة السعة والرادة المحصلة.**
3. **التيار المنساب في الدائرة.**
4. **الفولطية عبر كل من (المقاومة والمحث والمتسعة والرادة المحصلة).**
5. **زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار، وعامل القدرة.**

1. $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{2 \times 0.5 \times 10^{-6}}} = 1000\ \frac{rad}{s}$$

2. $X_L = \omega_r L = 1000 \times 2 = 2000\Omega$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r C} = \frac{1}{1000 \times 0.5 \times 10^{-6}} = 2000\Omega$$

$$X = X_L - X_C = 0$$

3. $Z = R = 500\Omega$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{500} = 0.2A$$

$$V_R = I.R = 0.2 \times 500 = 100V$$

$$V_L = I.X_L = 0.2 \times 2000 = 400V$$

$$V_C = I.X_C = 0.2 \times 2000 = 400V$$

$$V_X = V_L - V_C = 0$$

4. $\tan\Phi = \frac{X}{R} = 0 \quad \Rightarrow \quad \Phi = 0^0$

$$pf = \cos\Phi = \cos 0^0 = 1$$

س7/ د1 2015/ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف R ومتسعة ذات سعة صرف C ومحث صرف L). ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (240V) وكان مقدار المقاومة (80Ω) ورادة الحث (20Ω) ورادة السعة (30Ω) احسب مقدار:

(1) التيار المنساب في كل فرع من فروع الدائرة.

(2) احسب مقدار التيار الرئيس المنساب في الدائرة مع رسم مخطط متجهات الطور للتيارات.

(3) الممانعة الكلية في الدائرة.

(4) زاوية فرق الطور بين المتجه الطوري للتيار الرئيس ومتجه الطور للفولطية في الدائرة الجهد، وما هي خصائص هذه الدائرة.

(5) عامل القدرة.

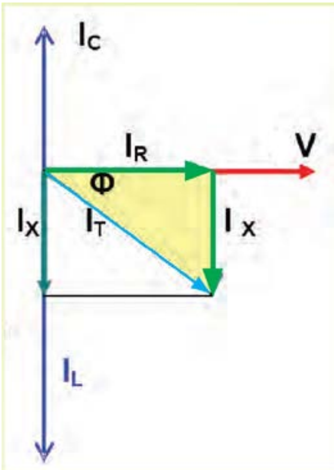
(6) كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة في الدائرة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة).

1. $V_T = V_R = V_L = V_C = 240V$

$I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{240}{80} = 3\ A$

$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{240}{30} = 8\ A$

$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{240}{20} = 12\ A$



2. $(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2$

$I_T = \sqrt{(I_R)^2 + (I_C - I_L)^2} = \sqrt{3^2 + (8-12)^2}$

$I_T = \sqrt{25} = 5$

3. $Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{240}{5} = 48\Omega$

4. $\tan\Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{8-12}{3} = -\frac{4}{3} = -\frac{3}{4} \Rightarrow \Phi = -53^0$ للدائرة خصائص حثية

5. $pf = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{3}{5} = 0.6$

6. $P_{real} = I_R\ V_R = 3 \times 240 = 720\ Watt$

$P_{app} = I_T \times V_T = 5 \times 240 = 1200\ VA$

س8/ د1 2013/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها $\frac{500}{\pi}\mu F$ ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (100V) بتردد 50Hz كانت القدرة الحقيقية في الدائرة 400W وعامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خواص سعوية ، احسب مقدار :

1. التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة 2. التيار الكلي

3. زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات ؟

س9/ د2 2013/مقاومة (60Ω) ربطت على التوازي مع متسعة ذي سعة خالصة وربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد (100Hz) فاصبحت الممانعة الكلية للدائرة (48Ω) والقدرة الحقيقية (960W) فما مقدار:

1.سعة المتسعة . 2.عامل القدرة في الدائرة.

3.القدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) 4.ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.

س10/ دت2 2013/دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية المتناوبة ، مقدار فرق الجهد بين طرفيه (100V) بتردد (50Hz) وكان مقدار القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة (400W) ومقدار رادة السعة (20Ω) ومعامل الحث الذاتي ($\frac{1}{2\pi}$ H)، ما مقدار:

(1) التيار المنساب في كل من فرع المقاومة وفي فرع المتسعة وفي فرع المحث والتيار الرئيسي في الدائرة.

(2) ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.

(3) قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيسي ومتجه الطور للفولطية. وما هي خواص هذه الدائرة.

(4) عامل القدرة في الدائرة.

(5) الممانعة الكلية في الدائرة.

س11/ت 2014/دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته (10Ω) ومعامل حثه الذاتي ($\frac{1}{\pi}$ H) ومقاومة صرف مقدارها (50Ω) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية المتناوبة تردده (50Hz) وفرق الجهد بين طرفي (200V) كان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خصائص حثية. احسب مقدار:

1. التيار في الدائرة. 2. سعة المتسعة.

3.ارسم مخطط الممانعة واحسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار.

س12/ د1 2014/ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية المتناوبة وكان مقدار رادة الحث (40 Ω) ومقدار رادة السعة (32 Ω) وكانت القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة (1920 W)ومقاومة الدائرة (20 Ω) إحسب مقدار :

1. فولطية المصدر 2. تيار الدائرة 3 .ممانعة الدائرة

4. التيار المنساب في كل من فرع المتسعة وفرع المحث 5. ارسم مخطط المتجهات الطورية

س13/ د2 2014/ **دائرة تيار متناوب متوالية الربط فيها ملف مقاومته $(20\ \Omega)$ ومتسعة سعتها $(50\ \mu F)$ ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها $(100\ V)$ بتردد $(\frac{100}{\pi}\ Hz)$وكانت القدرة الحقيقية)المستهلكة (في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية)المجهزة (احسب مقدار:**

(1) **معامل الحث الذاتي للملف . وتيار الدائرة .**

(2) **رادة الحث ، رادة السعة.**

(3) **زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار.**

(4) **عامل القدرة.**

س14/ د1خا 2013 ، د2خ 2014/ **دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته (30Ω) ومعامل حثه الذاتي $(0.01H)$ ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية المتناوبة تردده $(\frac{500}{\pi}Hz)$ وفرق الجهد بين طرفي $(200V)$ كان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خصائص سعوية. احسب مقدار:**

1. **التيار في الدائرة.** 2. **سعة المتسعة.**

3. **ارسم مخطط الممانعة واحسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار.**

س15/ ت 2015/ **دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف معامل حثه الذاتي $(\frac{1}{\pi}H)$ ومقاومته (5Ω) ومتسعة مقدار سعتها $(\frac{1}{\pi}\mu F)$ فاذا وضعت على الدائرة فولتية متناوبة مقدارها $(10V)$ اصبحت الدائرة في حالة رنين : احسب : 1. التردد الرنيني 2. تيار الدائرة 3. عامل القدرة 4. القدرة الظاهرة 5. ارسم مخطط الممانعة للدائرة الرنينية ؟**

س16/ د2 2015/ **دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته (40Ω) ومعامل حثه الذاتي $(\frac{1}{\pi}H)$ ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية المتناوبة تردده $(50Hz)$ وفرق الجهد بين طرفي $(100V)$ كان مقدار عامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خصائص حثية. احسب مقدار:**

1. **التيار في الدائرة.** 2. **رادة سعة المتسعة.**

س17/ د2ن 2015/ **دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف $(R = 10\Omega)$ ومحث صرف معامل حثه الذاتي $(200\mu H)$ ومتسعة ذات سعة صرف $(C = 20nF)$ ومذبذبا كهربائيا مقدار فرق الجهد بين طرفيه $(100V)$ ثابتا والدائرة في حالة رنين. احسب مقدار:**

(1) **التردد الزاوي الرنيني.**

(2) **التيار المنساب في الدائرة.**

(3) **رادة الحث ورادة السعة والرادة المحصلة.**

(4) **عامل القدرة وعامل الجودة.**

س18/ د3 2015/ ربط ملف بين قطبي مصدر للفولتية ، المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبيه $(200V)$ بتردد $(50Hz)$ كان تيار الدائرة $(2A)$ ومقاومة الملف (60Ω) . أحسب مقدار:

(1) معامل الحث الذاتي للملف.
(2) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة.
(3) كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية.

س19/ د3م 2015/ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف رادة السعة (20Ω) ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه $(120V)$ بتردد $(\frac{50}{\pi}Hz)$، كانت القدرة الحقيقية في الدائرة $(360W)$ وعامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خصائص حثية. احسب مقدار:

(1) التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة.
(2) التيار الكلي.
(3) زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.
(4) التيار في فرع المحث.

س20/ د1 خا 2014/مقاومة صرف مقدارها (4Ω) ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي $(0.5H)$ ومتسعة ذات سعة صرف ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده $(50Hz)$ وفرق الجهد بين طرفيه $(100V)$. احسب مقدار:

1. سعة المتسعة التي تجعل الدائرة في حالة رنين.
2. عامل القدرة في الدائرة. وزاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار.
3. تيار الدائرة.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

قوانين الفصل الثالث

a) دائرة تيار متناوب تحتوي على عنصر واحد:

1) تحتوي على مقاومة صرف (مقاومة مثالية)

زاوية فرق الطور	زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية (V_m) والتيار (I_m) هو $(\Phi = 0)$
الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب	$V_R = V_m \sin(\omega t)$, $V_m = \sqrt{2}\, V_{eff}$ $I_R = I_m \sin(\omega t)$, $I_m = \sqrt{2}\, I_{eff}$
عامل القدرة	$pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$
المقاومة	$X_L = 0$, $X_C = 0$, $Z = R$ $R = \frac{V_R}{I_R}$, $R = \frac{V_m}{I_m}$, $R = \frac{V_{eff}}{I_{eff}}$
القدرة الآنية	$P_R = I_R V_R$, $P_R = I_R^2 R$, $P_R = \frac{V_R^2}{R}$
القدرة العظمى	$P_m = I_m V_m$, $P_m = I_m^2 R$, $P_m = \frac{V_m^2}{R}$
القدرة المتوسطة	$P_{av} = \frac{1}{2} P_m$, $P_{av} = \frac{1}{2} I_m V_m$, $P_{av} = I_{eff} V_{eff}$

2) تحتوي على محث صرف (ملف مهمل المقاومة)

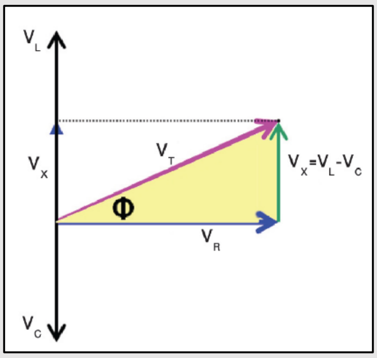
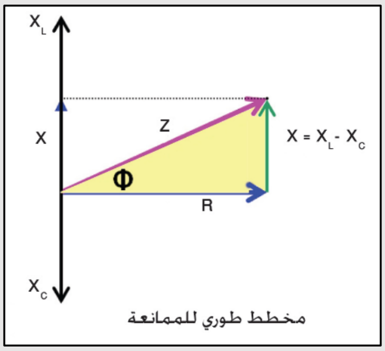
زاوية فرق الطور	زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية (V_m) والتيار (I_m) هو $(\Phi = 90^0)$
الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب	$V_L = V_m \sin(\omega t + 90^0)$, $I_L = I_m \sin(\omega t)$
عامل القدرة	$pf = \cos\Phi = \cos 90^0 = 0$
رادة الحث	$R = 0$, $X_C = 0$, $Z = X_L$ $X_L = \omega L = 2\pi f L$, $\omega = 2\pi f$, $X_L = \frac{V_L}{I_L}$

3) تحتوي على متسعة ذات سعة صرف

زاوية فرق الطور	زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية (V_m) والتيار (I_m) هو $(\Phi = 90^0)$
الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب	$V_L = V_m \sin(\omega t)$, $I_L = I_m \sin(\omega t + 90^0)$
عامل القدرة	$pf = \cos\Phi = \cos 90^0 = 0$
رادة السعة	$R = 0$, $X_C = X_L$, $Z = X_C$ $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$, $\omega = 2\pi f$, $X_L = \frac{V_L}{I_L}$

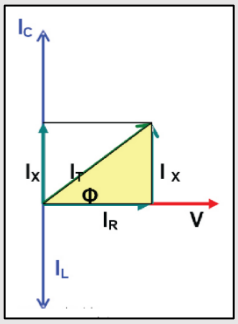
b) دائرة تيار متناوب تحتوي على عنصرين او ثلاثة عناصر:

1) خصائص ربط (R – L – C) على التوالي

التيار		$I_T = I_R = I_L = I_c = I$
قانون اوم		$R = \frac{V_R}{I}$ مقاومة , $X_L = \frac{V_L}{I}$ رادة الحث , $X_C = \frac{V_C}{I}$ رادة السعة , $Z = \frac{V_T}{I}$ الممانعة
من مخطط الفولطية 	الفولطية الكلية	$(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_X)^2 \quad , V_X = V_L - V_C$ $(V_T)^2 = (V_R)^2 + (V_L - V_C)^2$
	زاوية فرق الطور	$\tan\Phi = \frac{V_X}{V_R} = \frac{V_L - V_C}{V_R}$
	عامل القدرة	$pf = \cos\Phi = \frac{V_R}{V_T}$
من مخطط الممانعة 	الممانعة الكلية في الدائرة (Z)	$Z^2 = R^2 + X^2 \quad , \quad X = X_L - X_C$ $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$
	زاوية فرق الطور	$\tan\Phi = \frac{X}{R} = \frac{X_L - X_C}{R}$
	عامل القدرة	$pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z}$
التيار الاني والفولطية الانية في ايه لحظة	خصائص اومية	$V_R = V_m \sin(\omega t) \quad , \quad I_R = I_m \sin(\omega t)$
	خصائص حثية	$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad I_L = I_m \sin(\omega t)$
	خصائص سعوية	$V_C = V_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad I_C = I_m \sin(\omega t)$
الفولطية والتيار المؤثر		$V_m = \sqrt{2}\, V_{eff} , I_m = \sqrt{2}\, I_{eff} , V_{eff} = V_T , I_{eff} = I$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

2) خصائص ربط (R – L – C) على التوازي

الفولطية		$V_T = V_R = V_L = V_c = V$
قانون اوم		$R = \frac{V}{I_R}$ مقاومة , $X_L = \frac{V}{I_L}$ رادة الحث , $X_C = \frac{V}{I_C}$ رادة السعة , $Z = \frac{V}{I_T}$ الممانعة
من مخطط التيار 	التيار الكلي	$(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_X)^2 \quad , I_X = I_C - I_L$ $(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2$
	زاوية فرق الطور	$\tan\Phi = \frac{I_X}{I_R} = \frac{I_C - I_L}{I_R}$
	عامل القدرة	$pf = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{Z}{R}$
التيار الاني والفولطية الانية في ايه لحظة	خصائص اومية	$I_R = I_m \sin(\omega t) \quad , \quad V_R = V_m \sin(\omega t)$
	خصائص حثية	$I_L = I_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad V_L = V_m \sin(\omega t)$
	خصائص سعوية	$I_C = I_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad V_C = V_m \sin(\omega t)$
الفولطية والتيار المؤثر		$V_m = \sqrt{2}\, V_{eff} , I_m = \sqrt{2}\, I_{eff} , V_{eff} = V , I_{eff} = I_T$

c) دائرة الرنين (دائرة (R-L-C) متوالية الربط)

الرادة	$X = 0 \quad , \quad X_C = X_L \quad , \quad Z = R$
الفولطية	$V_X = 0 \quad , \quad V_C = V_L \quad , \quad V_T = V_R$
التيار والتردد الرنيني	$I_r = \frac{V_T}{R} \quad , \quad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} \quad , \quad \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}} \quad , \quad \omega = 2\pi f$
عامل القدرة pf والقدرة	$\Phi = 0 \quad , pf = \cos 0 = 1 , \; P_{real} = P_{app}$
عامل النوعية Qf	$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \quad , \quad Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$
نطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$	$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 \quad , \quad \Delta\omega = \frac{R}{L}$

d) قوانين عامة

$Z = \frac{V_T}{I_T}$, $R = \frac{V_R}{I_R}$, $X_L = \frac{V_L}{I_L}$, $X_C = \frac{V_C}{I_C}$	قانون أوم
$X_L = \omega L$, $X_C = \frac{1}{\omega C}$, $\omega = 2\pi f$	رادة الحث ورادة السعة
$pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$, $pf = \cos\Phi$	عامل القدرة Pf
$P_{real} = I_R V_R$, $P_{real} = (I_R)^2 R$, $P_{real} = I_T V_T \cos\Phi$	القدرة الحقيقية
$P_{app} = I_T V_T$, $P_{app} = (I_T)^2 Z$, $P_{app} = \frac{P_{real}}{\cos\Phi}$	القدرة الظاهرية

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أسئلة الفصل الثالث

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- دائرة تيار متناوب متوالية الربط ، الحمل فيها يتألف من مقاومة صرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات.

(a) يساوي صفرأ ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.
(b) يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .
(c) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.
(d) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .

الجواب: (c) نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.

2- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ لايمكن أن يكون فيها:

(a) التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المحث بفرق طور $(\Phi = \pi)$
(b) التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المقاومة بفرق طور $\left(\Phi = \frac{\pi}{2}\right)$
(c) التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $(\Phi = 0)$
(d) التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة بفرق طور $\left(\Phi = \frac{\pi}{2}\right)$

الجواب: (c) التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $(\Phi = 0)$

3- (د1 2013) في دائرة الإهتزاز الكهرومغناطيسي ، عند اللحظة التي يكون فيها مقدار التيار صفرا ، تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيها :

(a) صفرا (b) بأعظم مقدار (c) نصف مقدارها الأعظم، (d) تساوي 0.707 من مقدارها الأعظم

الجواب: (b) بأعظم مقدار.

4- دائرة تيار متناوب تحتوي مذبذب كهربائي فرق جهده ثابت المقدار، ربطت بين طرفيه متسعة ذات سعة صرف سعتها ثابتة المقدار، عند ازدياد تردد فولطية المذبذب :

(a) يزداد مقدار التيار في الدائرة. (b) يقل مقدار التيار في الدائرة.
(c) ينقطع التيار في الدائرة. (d) أي من العبارات السابقة ، يعتمد ذلك على مقدار سعة المتسعة.

الجواب: (a) يزداد مقدار التيار في الدائرة.

5- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ فإن جميع القدرة في هذه الدائرة :

(a) تتبدد خلال المقاومة. (b) تتبدد خلال المتسعة.
(c) تتبدد خلال المحث. (d) تتبدد خلال العناصر الثلاث في الدائرة.

الجواب: (a) تتبدد خلال المقاومة.

6- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$، ومذبذب كهربائي عندما يكون تردد المذبذب أصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة، فإنها تمتلك :

(a) خواصاً حثية، بسبب كون: $(X_L > X_C)$ (b) خواصاً سعوية بسبب كون: $(X_C < X_L)$

(c) خواصاً أومية خالصة ، بسبب كون: $(X_L = X_C)$ (d) خواصا سعوية بسبب كون: $(X_C > X_L)$

الجواب: (d) خواصا سعوية بسبب كون: $(X_C > X_L)$

7- (د2 2013) دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$، عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار ، فإن مقدار عامل القدرة فيها :

(a) أكبر من الواحد الصحيح. (b) أقل من الواحد الصحيح. (c) يساوي صفرا. (d) يساوي واحدا صحيحا.

الجواب: (d) يساوي واحدا صحيحا.

8- دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف غير مهمل المقاومة $(L-R)$، لجعل عامل القدرة في هذه الدائرة يساوي الواحد الصحيح تربط في هذه الدائرة متسعة على :

(a) التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L اصغر من رادة السعة X_C

(b) التوازي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C

(c) التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_C

(d) التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C

الجواب: (d) التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C

9- دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$، تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت :

(a) رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_C (b) رادة السعة X_C أكبر من رادة الحث X_L

(c) رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C (d) رادة السعة X_C أصغر من المقاومة.

الجواب: (b) رادة السعة X_C أكبر من رادة الحث X_L

10- مصدران للتيار المتناوب يجهز كل منهما فولطية كدالة جيبية، فرق جهدهما متساو في قيمته العظمى ولكنهما يمتلكان تردد زاوي مختلفا وكان التردد الزاوي للأول ω_1 أكبر من التردد الزاوي للثاني ω_2، فأن :

(a) المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الأول أكبر من المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الثاني.

(b) المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الأول أصغر من المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الثاني.

(c) المقدار الآني لفرق جهد المصدر الأول أصغر من المقدار الآني لفرق جهد المصدر الثاني.

(d) المقدار الآني لفرق جهد المصدر الأول أكبر من المقدار الآني لفرق جهد المصدر الثاني.

الجواب: (d) المقدار الآني لفرق جهد المصدر الأول أكبر من المقدار الآني لفرق جهد المصدر الثاني.

د1 2013

س2 **أثبت أن كل من رادة الحث ورادة السعة تقاس بالأوم.**

الجواب:

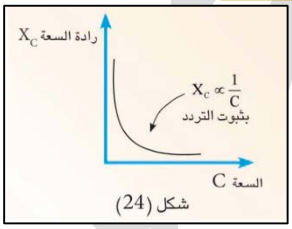
$$X_L = 2\pi f\, L = Hz.\,Henry = \left(\frac{1}{sec}\right)\left(\frac{Volt.sec}{Ampere}\right) = \frac{Volt}{Ampere} = Ohm\ (\Omega)$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f\, C} = \frac{1}{Hz.Farad} = \left(\frac{1}{\left(\frac{1}{sec}\right)\left(\frac{Coulomb}{Volt}\right)}\right) = \frac{sec.\ Volt}{Ampere.\ sec} = \frac{Volt}{Ampere} = Ohm\ (\Omega)$$

س3 د2 2014 ت2016

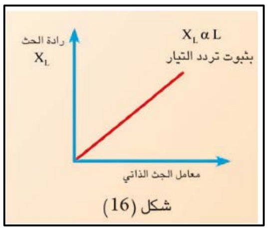
بين بوساطة رسم مخطط بياني ، كيف تتغير كل من رادة الحث مع تردد التيار، ورادة السعة مع تردد الفولطية.

الجواب



$$X_c = \frac{1}{2\pi f\, C}$$

$$X_c \propto \frac{1}{f} \quad \text{بثبوت}(C)$$



$$X_L = 2\pi f\, L$$

$$X_L \propto f \quad \text{بثبوت}(L)$$

س4 د2 2014

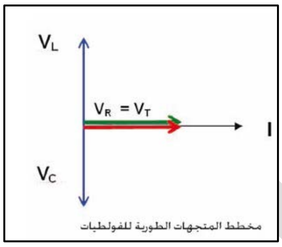
دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C)، مربوطة على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتناوبة. ما العلاقة بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار في الحالات الآتية :

(a) **رادة الحث تساوي رادة السعة** $(X_L = X_C)$

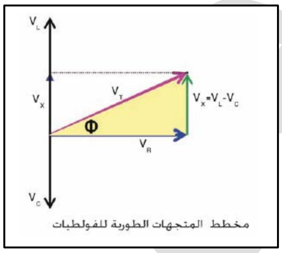
(b) **رادة الحث أكبر من رادة السعة** $(X_L > X_C)$

(c) **رادة الحث أصغرمن رادةالسعة** $(X_L < X_C)$

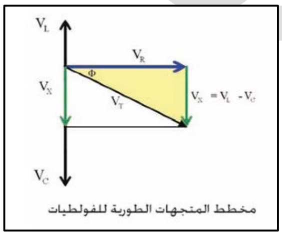
الجواب:



(a) **عندما** $(X_L = X_C)$ **، متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار يكونان بطور واحد اي ان :** $(\Phi = 0)$ **والدائرة لها خصائص مقاومة صرف (أومية) وهي حالة الرنين الكهربائي ، لاحظ الشكل.**



(b) **عندما** $(X_L > X_C)$ **، متجه الطور للفولطية الكلية يتقدم عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ موجبة ،** $(\frac{\pi}{2} > \Phi > 0)$ **، وتكون للدائرة خصائص حثية ، لاحظ الشكل.**



(c) **عندما** $(X_L < X_C)$ **، متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ سالبة ،** $(-\frac{\pi}{2} < \Phi < 0)$ **، وتكون للدائرة خصائص سعوية ، لاحظ الشكل.**

س5 (د1 2014) **دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف**(R-L-C)**، على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتناوبة.**

وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة ورادة الحث ورادة السعة، اذا تضاعف التردد الزاوي للمصدر.

الجواب:

- مقدار R ثابت لا يتغير مع تغير التردد الزاوي (ω)
- مقدار رادة الحث X_L يتضاعف بمضاعفة التردد الزاوي اي الى (2ω) لان :

$$X_L = \omega L$$

$$X_L \propto \omega \quad \text{بثبوت } (L)$$

$$\frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{2\,\omega_1}{\omega_1} = 2 \rightarrow \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = 2 \rightarrow \therefore X_{L2} = 2\,X_{L1}$$

- يقل مقدار رادة السعة الى نصف ما كان عليه بمضاعفة الترذد الزاوي اي الى (2ω) لان :

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_c \propto \frac{1}{\omega} \quad \text{بثبوت } (C)$$

$$\frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega_1}{2\,\omega_1} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{1}{2} \rightarrow \therefore X_{C2} = \frac{1}{2}\,X_{C1}$$

س6 علام يعتمد مقدار كل مما يأتي :

1- (ت 2013) **المانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف** (R-L-C).

الجواب : يعتمد مقدار المانعة الكلية لدائرة تيار متناوب (R-L-C) على :

(a) مقدار المقاومية (R)   (b)مقدار معامل الحث الذاتي (L)

(c)مقدار سعة المتسعة (C)   (d)مقدار تردد مصدر الفولطية (f)

وفق العلاقة الآتية :

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi f\,L - \frac{1}{2\pi f\,C})^2}$$

2- **عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف** (R-L-C).

الجواب : عامل القدرة Pf يعتمد على نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} .

$$Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} = \cos\Phi$$

أو يعتمد على قياس زاوية فرق الطور Φ بين (I, V_T) لأن $Pf = \cos\Phi$ أو يعتمد على R , Z لأن :

$$Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z}$$

3- (د2 2013) **عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف** (R-L-C).

الجواب : عامل النوعية Qf يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني (ω_r) ونطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$: $Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$ ، أو يعتمد على C , L , R على وفق العلاقة الاتية:

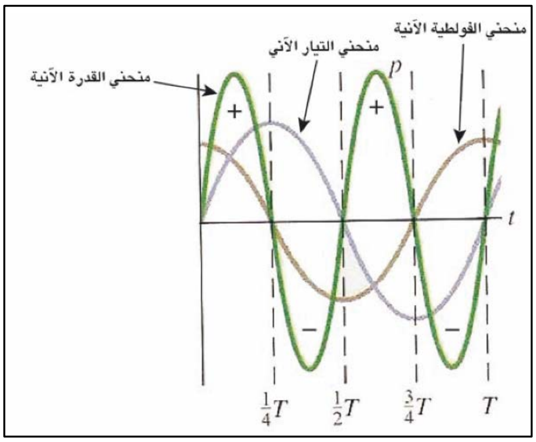
$$Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$$

س7 ما الذي تمثله كل من الأجزاء الموجبة والأجزاء السالبة في منحني القدرة الآنية في دائرة تيار متناوب

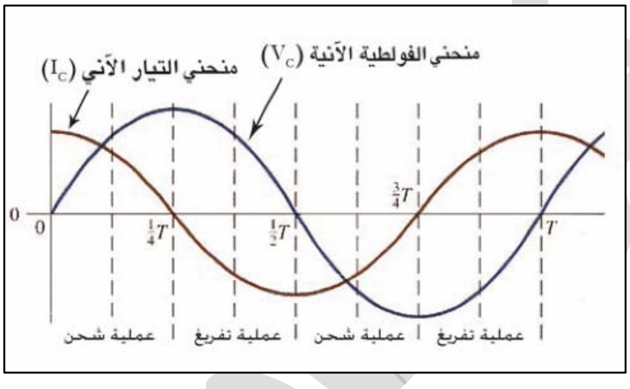
1. تحتوي فقط محث صرف . (ت 2013 ، د1 2015 ، د2 2015)
2. متسعة ذات سعة صرف . (د2 2013)

الجواب:

1. **محث صرف :** الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر الى المحث والأجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر ، لاحظ الشكل المجاور.



2. **متسعة ذات سعة صرف :** الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (المتسعة تشحن) عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة ، الأجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر (المتسعة تفرغ شحنتها) عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر، لاحظ الشكل المجاور.



س8

a . (د2 2013، ت2015، د2ن 2015) **لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفلورسنت ولا تستعمل مقاومة صرف؟**

الجواب: لأن المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يبدد) قدرة $(P_{dissipated} = 0)$ بينما المقاومة تبدد قدرة $(P_{dissipated} = I^2R)$.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

b. ما مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية التي تحتوي على (مقاومة ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومذبذب كهربائي؟

الجواب: مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية

1. ترددها (f) يساوي تردد الزاوي الرنيني (f_r) ، وهذا يجعل $(X_C = X_L)$ وعند أذن تكون الرادة $(X = X_L - X_C = 0)$. وكذلك تكون $(V_C = V_L)$ وعندئذ تكون $(V_X = V_L - V_C = 0)$.
2. تمتلك خواص مقاومة اومية صرف لان $(Z = R)$.
3. متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) يكونان بطور واحد أي ان زاوية فرق الطور (Φ) بينهما تساوي صفرا.
4. عامل القدرة (pf) يساوي الواحد الصحيح لان ؛ $pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$
5. القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية أي ان: $P_{real} = P_{app}$ لان $pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} = 1$
6. التيار المنساب فيها يكون باكبر مقدار لان ممانعتها (Z) تكون بأقل مقدار ويعتمد مقدار التيار على مقدار المقاومة $(I_r = \frac{V_T}{R})$.

c. ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) ، اذا كان الحمل فيها تتألف من ؛

1. مقاومة صرف 2 . محث صرف 3 . متسعة ذات سعة صرف 4. ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين.

الجواب:

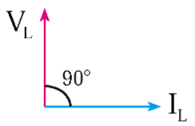
1. **مقاومة صرف** $pf = \cos\Phi = \cos 0^0 = 1$

السبب: متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يكونان بطور واحد $(\Phi = 0)$.



2. **محث صرف** $pf = \cos\Phi = \cos 90^0 = 0$

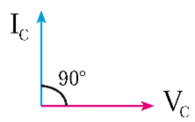
السبب : متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور $(\Phi = 90^0)$، توجد معاكسة لتغير التيار (رادة الحث).



$X_L = 2\pi f L$

3. **متسعة ذات سعة صرف** $pf = \cos\Phi = \cos 90^0 = 0$

السبب : متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور $(\Phi = 90^0)$، توجد معاكسة لتغير التيار (رادة سعة)



$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$

4. **ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين لان زاوية فرق الطور (Φ) تكون:** $(0^0 < \Phi < 90^0)$

$1 > pf > 0$

$1 > pf = \cos\Phi > 0$

السبب : توجد ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة مشتركة للمقاومة والرادة .

س9 **ما المقصود بكل من :**

1. **عامل القدرة**
2. **عامل النوعية**
3. **المقدار المؤثر للتيار المتناوب**
4. **دائرة الإهتزاز الكهرومغناطيسي**

الجواب:

1. **عامل القدرة pf: هي نسبة القدرة الحقيقية (P_{real}) الى القدرة الظاهرية (P_{app}):**

$$\cos\Phi pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} =$$

2. **عامل النوعية Qf : هو النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني ω_r ونطاق التردد الزاوي $\Delta\omega$.**

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$$

3. **المقدار المؤثر للتيار المتناوب I_{eff} : وهو مقدار التيار في دائرة التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فإنه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها.**

$$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707\ I_m$$

لذا يسمى المقدار المؤثر للتيار المتناوب بجذر معدل مربع المقدار الأعظم للتيار (root mean square) ويرمز له بـ (I_{rms}).

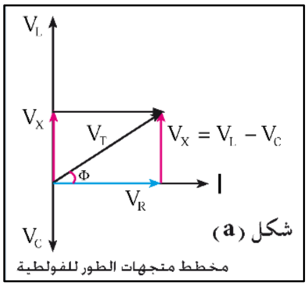
$$I_{eff} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2}}$$

4. **دائرة الإهتزاز الكهرومغناطيسي: دائرة كهربائية مغلقة تتألف من ملف معامل حثه الذاتي ($L - C$) مهمل المقاومة ومتسعة ذات سعة صرف (C) (شحنت بمصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنها) . تسمى مثل هذه الدائرة بدائرة الحث - المتسعة ($L - C$)، أن تيار هذه الدائرة وكذلك فرق الجهد يتغير كل منهما كدالة جيبية مع الزمن وهذه التغيرات في الفولطية والتيار في دائرة ($L - C$) تسمى بالإهتزازات الكهرومغناطيسية.**

س10 **دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C) على التوالي مع بعضها ربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتناوبة وكانت هذه الدائرة في حالة رنين ، وضح ما خصائص هذه الدائرة؟ وما علاقة الطور بين متجه الطور الفولطية ومتجه الطور للتيار اذا كان تردده الزاوي:**

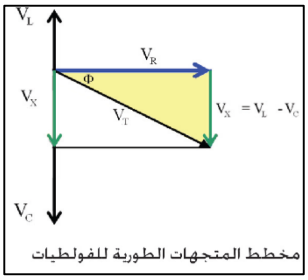
1. **أكبر من التردد الزاوي الرنيني**
2. **أصغر من التردد الزاوي الرنيني**
3. **يساوي التردد الزاوي الرنيني**

الجواب:



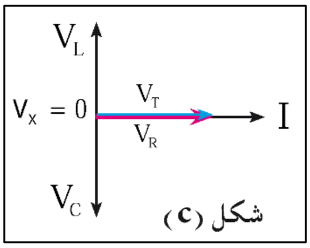
مخطط متجهات الطور للفولطية

1. **عندما $(\omega > \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص حثية، زاوية فرق الطور Φ موجبة وتقع في الربع الأول ، متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتقدم عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ ، وهذا يجعل $(V_L > V_C)$.**



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

2. **عندما $(\omega < \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص سعوية وزاوية فرق الطورΦ سالبة وتقع في الربع الرابع ومتجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور في التيار بزاوية فرق طورΦ . وهذا يجعل $(V_L < V_C)$.**



3. **عندما $(\omega = \omega_r)$ تكون للدائرة خصائص مقاومة أومية صرفة وزاوية فرق الطور Φ تساوي صفر $(\omega = \omega_r)$. وهذا يجعل $(V_L = V_C)$. وتسمى مثل هذه الدائرة بالدائرة الرنينية، لاحظ الشكل.**

س11 دخا1 2015 **ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدر للتيار المتناوب عند أي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا ؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل توهجا ؟ (بثبوت مقدار فولطية المصدر) ، وضح ذلك.**

الجواب:
- **عند الترددات الزاوية العالية تقل (X_C) فيزداد التيار في الدائرة لذا يكون المصباح أكثر توهجا .**
- **عند الترددات الزاوية المنخفضة (الواطئة) تزداد (X_C) فيقل التيار لذا يكون المصباح أقل توهجا.**

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{\omega} \quad \text{C بثبوت}$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} \Rightarrow I_C \propto \frac{1}{X_C}$$

$$\therefore I_C \propto \omega \quad \text{C بثبوت}$$

س12 ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف ومصدر للتيار المتناوب، عند أي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجا ؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل توهجا ؟ (بثبوت مقدار فولطية المصدر) ، وضح ذلك.

الجواب: - عند الترددات الزاوية العالية تزداد (X_L) فيقل التيار في الدائرة لذا يكون المصباح أقل توهجا .

- عند الترددات الزاوية المنخفضة (الواطئة) تقل (X_L) فيزداد التيار لذا يكون المصباح أقل توهجا.

$X_L = \omega L \quad \Rightarrow \quad X_L \propto \omega$ بثبوت L

$I_L = \frac{V_L}{X_L} \quad \Rightarrow \quad I_L \propto \frac{1}{X_L}$

$\therefore I_L \propto \frac{1}{\omega}$ بثبوت L

مسائل الفصل الثالث

س1 مصدر للفولطية المتناوبة، ربطت بين طرفيه مقاومة صرف مقدارها (250Ω)، يعطى فرق الجهد بين طرفي المصدر يعطى بالعلاقة التالية : $V_R = 500\ \sin(200\pi t)$

(a) اكتب العلاقة التي يعطى بها التيار في هذه الدائرة.

(b) احسب المقدار المؤثر للفولطية والمقدار المؤثر للتيار.

(c) تردد الدائرة والتردد الزاوي للدائرة.

الحل

(a) $V_m = 500\ V$

$I_m = \frac{V_m}{R} = \frac{500}{250} = 2\ A$

$I_R = I_m\ \sin(\omega t) \Rightarrow I_R = 2\ \sin(200\pi t)$

(b) $V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 250\sqrt{2}\ V\ ,\ I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{250\sqrt{2}}{250} = \sqrt{2} = 1.414\ A$

(c) $\omega = 200\pi\ \frac{rad}{s}$

$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{200\pi}{2\pi} = 100\ Hz$

ت 2013 س2
د1 2015

دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف سعتها $(\frac{50}{\pi}\mu F)$ ومحث صرف معامل حثه الذاتي $(\frac{5}{\pi}mH)$. احسب: 1. التردد الطبيعي لهذه الدائرة 2. التردد الزاوي الطبيعي لهذه الدائرة

الحل

$$C=\frac{50}{\pi}\mu F=\frac{50}{\pi}\times10^{-6}\,F=\frac{5}{\pi}\times10^{-5}\,F\ ,\ L=\frac{5}{\pi}\,mH=\frac{5}{\pi}\times10^{-3}\,H$$

(a) $$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{5}{\pi}\times10^{-3}\times\frac{50}{\pi}\times10^{-6}}}=\frac{1}{2\pi\times\frac{5}{\pi}\times10^{-4}}=1000\ Hz$$

(b) $$\omega=2\pi f=2\pi\times1000=2000\pi\frac{rad}{s}$$

س3

مذبذب كهربائي مقدار فرق الجهد بين طرفيه ثابت (1.5V) اذا تغير تردده من (1Hz) الى (1MHz) احسب مقدار كل من ممانعة الدائرة وتيار الدائرة عندما يربط بين طرفي المنبذب:

(a) **مقاومة صرف فقط** $(R=30\ \Omega)$

(b) **متسعة ذات سعة صرف** $(C=\frac{1}{\pi}\ \mu F)$

(c) **محث صرف فقط معامل حثه الذاتي** $(L=\frac{50}{\pi}\ mH)$

الحل

(a) $$Z=R=30\ \Omega$$

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{1.5}{30}=0.05\ A$$

(b) $$C=\frac{1}{\pi}\ \mu F=\frac{1}{\pi}\times10^{-6}\ F$$

- $f=1\ Hz$:

$$Z=X_C=\frac{1}{2\pi f\,C}=\frac{1}{2\pi\times1\times\frac{1}{\pi}\times10^{-6}}=5\times10^{5}\ \Omega\ ،\ I=\frac{V}{Z}=\frac{1.5}{5\times10^{5}}=3\times10^{-6}A$$

- $f=1\ MHz=10^{6}\ Hz$:

$$Z=X_C=\frac{1}{2\pi f\,C}=\frac{1}{2\pi\times10^{6}\times\frac{1}{\pi}\times10^{-6}}=0.5\ \Omega\ ،\ I=\frac{V}{Z}=\frac{1.5}{0.5}=3\ A$$

(c) $$L=\frac{50}{\pi}\ mH=\frac{50}{\pi}\times10^{-3}\ H=\frac{5}{\pi}\times10^{-2}\ H$$

- $f=1\ Hz$:

$$Z=X_L=2\pi f\,L=2\pi\times1\times\frac{5}{\pi}\times10^{-2}=0.1\ \Omega\ ،\ I=\frac{V}{Z}=\frac{1.5}{0.1}=15\ A$$

- $f=1\ MHz=10^{6}\ Hz$:

$$Z=X_L=2\pi f\,L=2\pi\times10^{6}\times\frac{5}{\pi}\times10^{-2}=10^{5}\ \Omega\ ،\ I=\frac{V}{Z}=\frac{1.5}{10^{5}}=15\times10^{-6}A$$

س4 ربط ملف بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما (20V) كان تيار الدائرة(5A). فاذا فصل الملف عن البطارية وربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبيه (20V) بتردد ($\frac{700}{22}$ Hz) كان تيار هذه الدائرة(4A) . أحسب مقدار:

(a) معامل الحث الذاتي للملف.

(b) زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة.

(c) عامل القدرة.

(d) كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية.

الحل

اذا كان المصدر مستمر $R = \frac{V}{I} = \frac{20}{5} = 4\ \Omega$

اذا كان المصدر متناوب $Z = \frac{V_T}{I} = \frac{20}{4} = 5\ \Omega$

$Z^2 = R^2 + X_L^2 \Rightarrow 25 = 16 + X_L^2 \Rightarrow X_L^2 = 25 - 16 = 9 \Rightarrow X_L = 3\ \Omega$

(a) $X_L = 2\pi f L \Rightarrow 3 = 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{200}{22} L \Rightarrow 3 = 200 L$

$L = \frac{3}{200} = 0.015\ H$

(b) $\tan\Phi = \frac{X_L}{R} = \frac{3}{4} \Rightarrow \Phi = 37^0$

(c) $pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{4}{5} = 0.8$

(d) $P_{real} = I^2R = (4)^2 \times 4 = 64\ watt$

$P_{app} = IV_T = 4 \times 20 = 80\ VA$

س5 مقاومة صرف مقدارها (150Ω) ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (0.2H) ومتسعة ذات سعة صرف ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده ($\frac{500}{\pi}$ Hz) وفرق الجهد بين طرفيه (300V) . احسب مقدار:

1. سعة المتسعة التي تجعل الممانعة الكلية في الدائرة (150Ω).
2. عامل القدرة في الدائرة. وزاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار.
3. ارسم المخطط الطوري للممانعة.
4. تيار الدائرة.
5. كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة).

الحل

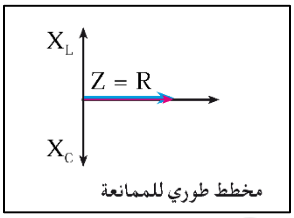
(1) $Z = R$

$\because f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} \Rightarrow \frac{500}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.2\,C}} \Rightarrow (500)^2 = \frac{1}{4\times0.2\,C} \Rightarrow 25\times10^4 = \frac{1}{0.8\,C}$

$2C\times10^5 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{2\times10^5} = 5\times10^6\ F$

(2) $pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{150}{150} = 1 \Rightarrow \Phi = 0$

(3) **المخطط الطوري للممانعة**



(4) $I_r = \frac{V_T}{R} = \frac{300}{150} = 2\ A$

(5) $P_{real} = I^2R = (2)^2\times150 = 600\ watt\ ,\ P_{real} = P_{app} = 600\ VA$

س6 **دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها** $(20\mu F)$ **ومحث صرف ومصدرللفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه** $(100V)$ **بتردد** $(\frac{100}{\pi}Hz)$**، كانت القدرة الحقيقية** $(80W)$ **في الدائرة وعامل القدرة فيها** (0.8) **وللدائرة خصائص حثية. احسب مقدار:**

(1) **التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة.**

(2) **التيار الكلي.**

(3) **زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.**

(4) **معامل الحث الذاتي للمحث.**

الحل

(1) $P_{real} = I_R\,V \Rightarrow 80 = I_R\times100 \Rightarrow I_R = \frac{80}{100} = 0.8\ A$

$X_C = \frac{1}{2\pi f\,C}\quad X_C = \frac{1}{2\pi\times\frac{100}{\pi}\times20\times10^{-6}} = 250\ \Omega$

$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{100}{250} = 0.4\ A$

(2) $pf = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} \Rightarrow 0.8 = \frac{0.8}{I_T} \Rightarrow I_T = 1\ A$

(3) $(I_T)^2 = (I_R)^2 + (I_C - I_L)^2 \Rightarrow (1)^2 = (0.8)^2 + (0.4 - I_L)^2$

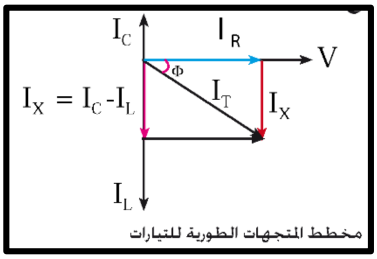
$1 = 0.64 + (0.4 - I_L)^2 \Rightarrow \therefore (0.4 - I_L)^2 = 1 - 0.64 = 0.36$

$0.4 - I_L = 0.6$

$\because$ **الخصائص حثية**

$0.4 - I_L = -0.6 \Rightarrow I_L = 0.4 + 0.6 = 1\ A$

$\tan\Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{0.4-1}{0.8} = -\frac{0.6}{0.8} = -\frac{3}{4} \Rightarrow \Phi = 37^0$



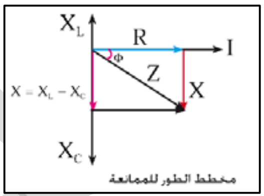
(4) $X_L = \frac{V}{I_L} = \frac{100}{1} = 100\ \Omega$

$X_L = 2\pi f\,L \Rightarrow 100 = 2\pi\times\frac{100}{\pi}\,L \Rightarrow L = \frac{1}{2} = 0.5\ H$

س7 دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته (10Ω) ومعامل حثه الذاتي $(0.5H)$ ومقاومة صرف مقدارها (20Ω) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدرا للفولطية المتناوبة ترددد $(\frac{100}{\pi}Hz)$ وفرق الجهد بين طرفي $(200V)$ كان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خصائص سعوية. احسب مقدار:

1. التيار في الدائرة.
2. سعة المتسعة.
3. ارسم مخطط الممانعة واحسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار.

الحل



(1) $R_T = R_L + R = 10 + 20 = 30\Omega$

$pf = \cos\Phi = \frac{R_T}{Z} \Rightarrow 0.6 = \frac{30}{Z} \Rightarrow Z = \frac{30}{0.6} = \frac{300}{6} = 50A$

$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{200}{50} = 4\ A$

(2) $X_L = 2\pi fL = 2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 0.5 = 100\Omega$

$Z^2 = R_T^2 + (X_L - X_C)^2 \Rightarrow 2500 = 900 + (100 - X_C)^2$

$\therefore (100 - X_C)^2 = 2500 - 900 = 1600 \Rightarrow 100 - X_C = 40$

$\because$ الخصائص سعوية

$\therefore 100 - X_C = -40 \Rightarrow X_C = 140\ \Omega$

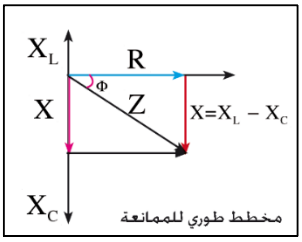
$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow 140 = \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} C} \Rightarrow 28 \times 10^3 C = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{28} \times 10^{-3} F$

(3) $\tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{100-140}{30} = -\frac{40}{30} = -\frac{4}{3} \Rightarrow \Phi = -53^0$

د3 2014 س8 مصدر للفولطية المتناوبة ترددد الزاوي $(400\frac{rad}{s})$ وفرق الجهد $(500V)$ بين قطبيه ربط بين قطبيه على التوالي متسعة سعتها $(10\mu F)$ وملف معامل حثه الذاتي $(0.125H)$ ومقاومته (150Ω) ما مقدار:

(1) الممانعة الكية وتيار الدائرة.
(2) فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة.
(3) زاوية فرق الطور بين المتجه الطوري للفولطية الكلية والمتجه الطور للتيار. ما هي خصائص هذه الدائرة؟.
(4) عامل القدرة.

الحل



$X_L = \omega L = 400 \times 0.125 = 50\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{400 \times 10 \times 10^{-6}} = \frac{1000}{4} = 250\ \Omega$

(1) $Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 = (150)^2 + (50 - 250)^2$

$Z^2 = 62500$

$\therefore Z = 250\Omega\ ,\ I = \frac{V_T}{Z} = \frac{500}{250} = 2\ A$

(2) $V_R = IR = 2 \times 150 = 300V\ ,\ V_L = IX_L = 2 \times 50 = 100V\ ,$

$V_C = IX_C = 2 \times 250 = 500V$

(3) $\tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{50-250}{150} = \frac{-200}{150} = -\frac{4}{3} \Rightarrow \Phi = -53^0$

(4) $pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{150}{250} = \frac{3}{5} = 0.6$, خصائص الدائرة سعوية

س9 دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومصدرا للفولطية المتناوبة ، مقدار فرق الجهد بين طرفيه (480V) بتردد (100Hz) وكان مقدار القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة (1920W) ومقدار رادة السعة (32Ω) ومقدار رادة الحث (40Ω)، ما مقدار:

(1) التيار المنساب في كل من فرع المقاومة وفي فرع المتسعة و في فرع المحث والتيار الرئيسي في الدائرة.

(2) ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.

(3) قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيسي ومتجه الطور للفولطية. وما هي خواص هذه الدائرة.

(4) عامل القدرة في الدائرة.

(5) الممانعة الكلية في الدائرة.

الحل

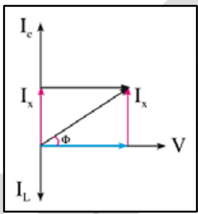
(1) $P_{real} = I_R V \Rightarrow 1920 = I_R \times 480 \Rightarrow I_R = \frac{1920}{480} = 4\ A$

$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{480}{32} = 15\ A\ ,\ I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{480}{40} = 12\ A$

$I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = (4)^2 + (15-12)^2 = 16 + 9 = 25$

$I_T = 4\ A$

(2) مخطط المتجهات الطورية للتيارات



(3) $\tan\Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{15-12}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow \Phi = 37^0$, خصائص الدائرة سعوية

(4) $pf = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{4}{5} = 0.8$

(5) $Z = \frac{V_T}{I} = \frac{480}{5} = 96\ \Omega$

س10 مقاومة (30Ω) ربطت على التوازي مع متسعة ذي سعة خالصة وربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد (50Hz) فاصبحت الممانعة الكلية للدائرة (24Ω) والقدرة الحقيقية (480W) فما مقدار سعة المتسعة ؟ ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.

الحل

$P_{real} = I_R^2 R \Rightarrow 480 = I_R^2 \times 30 \Rightarrow I_R^2 = \frac{480}{30} = 16 \Rightarrow I_R = 4\ A$

$V = I_R R = 4 \times 30 = 120V\ ,\ I_T = \frac{V}{Z} = \frac{120}{24} = 5\ A$

$I_T^2 = I_R^2 + I_C^2 \Rightarrow (5)^2 = (4)^2 + I_C^2 \Rightarrow 25 = 16 + I_C^2 \Rightarrow I_C^2 = 25 - 16 = 9$

$I_C = 3A$

$X_C = \frac{V}{I_C} = \frac{120}{3} = 40\Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow 40 = \frac{1}{2\pi \times 50C} \Rightarrow 4000\pi C = 1$

$\therefore C = \frac{1}{4000\pi} = \frac{25}{\pi} \times 10^{-5}\ F$

س11

دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها ملف مقاومته (500Ω) ومتسعة متغيرة السعة. عندما كان مقدار سعتها $(50nF)$ ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها $(400V)$ بتردد زاوي $(10^4\ rad/s)$، كانت القدرة الحقيقية (المستهلكة) في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية (المجهزة)، إ حسب مقدار:

(1) **معامل الحث الذاتي للملف. وتيار الدائرة.**

(2) **كل من رادة الحث ورادة السعة.**

(3) **زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار وما مقدار عامل القدرة.**

(4) **عامل النوعية للدائرة.**

(5) **سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور $(\frac{\pi}{4})$.**

الحل

(1) $\because P_{real} = P_{app} \Rightarrow$ ∴ الدائرة رنين

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow 10^4 = \frac{1}{\sqrt{L\times50\times10^{-9}}} \Rightarrow (10^4)^2 = \frac{1}{L\times5\times10^{-8}}$$

$$10^8\ L \times 5 \times 10^{-8} = 1 \Rightarrow 5L = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{5} = 0.2\ H$$

(2) $X_L = \omega L = 10^4 \times 0.2 = 2000\Omega$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{10^4\times50\times10^{-9}} = \frac{10000}{5} = 2000\Omega$$

(3) $\tan\Phi = \frac{X_L-X_C}{R} = \frac{2000-2000}{500} = \frac{-200}{150} = 0 \Rightarrow \Phi = 0^0$

$$pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$$

(4) $Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{500}\sqrt{\frac{0.2}{50\times10^{-9}}} = \frac{1}{500}\sqrt{0.4\times10^7} = \frac{2000}{500} = 4$

(5) $\tan\Phi = \frac{X_L-X_C}{R} \Rightarrow \tan(-\frac{\pi}{4}) = \frac{X_L-X_C}{R} \Rightarrow -1 = \frac{2000-X_C}{500}$

$$-500 = 2000 - X_C \Rightarrow X_C = 2000 + 500 = 2500\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow 2500 = \frac{1}{10^4\times C} \Rightarrow 25\times10^6\ C = 1$$

$$C = \frac{1}{25}\times10^{-6} = 4\times10^{-8}\ F$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

حلول اسئلة فكر

س1 ما قياس زاوية الطور (ωt) لكل من متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) في الحالة التي يكون عندها $(V_R = V_m)$ وكذلك يكون $(I_R = I_m)$؟ وضح ذلك.

الجواب

عندما $V_R = V_m$ تكون زاوية الطور $(\omega t = \frac{\pi}{2})$

$$V_R = V_m \sin(\omega t) = V_m \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = V_m \Rightarrow V_R = V_m$$

كذلك عندما $I_R = I_m$ تكون زاوية الطور $(\omega t = \frac{\pi}{2})$

$$I_R = I_m \sin(\omega t) = I_m \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = I_m \Rightarrow I_R = I_m$$

س2 يقول زميلك (ان التيار المؤثر يتذبذب كالدالة الجيبية). ما رأيك في صحة ماقاله زميلك؟ واذا كانت العبارة خاطئة كيف تصحح قوله؟

الجواب العبارة خاطئة. لأن المقدار المؤثر للتيار المتناوب هو مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فإنه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الرابع

الموجات الكهرومغناطيسية

Electromagnetic Waves

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الرابع — الموجات الكهرومغناطيسية

س/ أذكر انواع الموجات؟ ثم اعط مثال لكل نوع.

ج/ (a) الموجات الميكانيكية: هي الموجات التي تحتاج الى وسط مادي لانتشارها وهذا الوسط المادي اما أن يكون غازيا او سائلا أو صلبا. وهي على نوعين:

(1) موجات طولية ناتجة عن اهتزاز جزيئات الوسط الناقل لها مثل انتشار الموجات الصوتية في الاوساط المادية المختلفة.

(2) موجات مستعرضة التي تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة مثل موجات الماء - موجات في حبل.

(b) الموجات الكهرومغناطيسية: هي موجات مستعرضة لا يشترط وجود وسط مادي لانتشارها فهي تنتشر في الفراغ وتنتشر في بعض الاوساط المختلفة. حيث تتألف من مدى واسع من الترددات التي تختلف عن بعضها تبعا :

(1) لطريقة توليدها. (2) مصدرها. (3) تقنية كشفها. (4) اختراقها للأوساط المختلفة.

ماكسويل والنظرية الكهرومغناطيسية



- **المجال المغناطيسي المتغير الذي يخترق موصل يولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) على طرفي ذلك الموصل وهذا ما يسمى بالحث الكهرومغناطيسي، ويتولد مجال كهربائي متغير في الفضاء يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا عموديا عليه ومتفقا معه في الطور والعكس صحيح .**

س/ د1خا 2015/ما أهم الحقائق التي تمكن من خلالها العالم ماكسويل من ربط القوانين الخاصة المجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية؟

ج/ (1) الشحنة الكهربائية النقطية الساكنة في الفضاء تولد حولها مجالا كهربائيا تنبع خطوطه من او إلى موقع تلك الشحنة.

(2) لا يتوافر قطب مغناطيسي منفرد (لذا فإن خطوط المجال المغناطيسي تكون مغلقة).

(3) المجال الكهربائي المتغير مع الزمن يولد حوله مجالا مغناطيسيا متغيرا مع الزمن وعموديا عليه ومتفقا معه في الطور.

(4) المجال المغناطيسي المتغير مع الزمن يولد حوله مجالا كهربائيا متغيرا مع الزمن وعموديا عليه ومتفقا معه في الطور.

س/ ما هو استنتاج ماكسويل؟

ج/ استنتج ان المجالين الكهربائي والمغناطيسي المتغيرين مع الزمن والمتلازمين يمكن ان ينتشران في الفضاء بشكل موجة تسمى الموجة الكهرومغناطيسية.

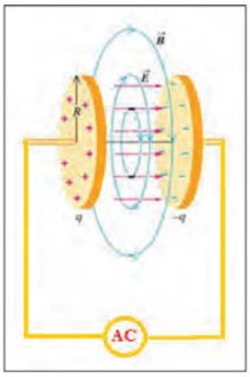
ينشأ المجال المغناطيسي عن طريق
- **تيار التوصيل الاعتيادي**
- **مجال كهربائي متغير مع الزمن**

س/ ما هو أصل نشوء الموجة الكهرومغناطيسية؟

ج/ ان اصل نشوء الموجة الكهرومغناطيسية هي الشحنات الكهربائية المتذبذبة، اذ ينتج عن هذا التذبذب مجالين كهربائي ومغناطيسي متغيرين مع الزمن ومتلازمين ومتعامدين مع بعضهما وعموديين على خط انتشارهما.

- **وتنتشر جميع الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ بسرعة الضوء** $(3 \times 10^8 \frac{m}{s})$.

وقد وجد ماكسويل ان المجال المغناطيسي لا ينشأ فقط عن تيار التوصيل الاعتيادي، وانما يمكن ان ينشأ من مجال كهربائي متغير مع الزمن.



س/ أذكر مثال يوضح كيفية توليد مجال مغناطيسي متغير من مجال كهربائي متغير مع الزمن؟

س/د1 2014/ ماذا يحصل عند ربط صفيحتي متسعة بين طرفي مصدر ذي فولطية متناوبة ؟

ج/ عندما نربط صفيحتي متسعة عبر مصدر ذي فولطية متناوبة فان المجال الكهربائي (E) المتغير مع الزمن بين صفيحتيها يولد تيارا كهربائيا والذي بدوره يولد مجالا مغناطيسيا (B) متغيرا مع الزمن وعموديا عليه. وقد سمي هذا التيار بتيار الازاحة (I_d).

س/ ما المقصود بتيار الازاحة؟ وتيار التوصيل الاعتيادي؟

س/ت 2014/ ما المقصود بتيار الازاحة ؟ وبماذا يختلف عن تيار التوصيل ؟

ج/تيار الازاحة :- هو التيار الناتج من تغير المجال الكهربائي في الفراغ ويرمز له بالرمز (I_d)**. ويتناسب تيار الازاحة** (I_d) **مع المعدل الزمني للتغير في المجال الكهربائي** $\frac{\Delta E}{\Delta t}$ **. حيث أن تيار الإزاحة يرافق الموجة الكهرومغناطيسية المنتشرة في الفضاء بخلاف تيار التوصيل الذي ينتقل خلال الموصل فقط.** $I_d \propto \frac{\Delta E}{\Delta t}$

تيار التوصيل الاعتيادي $I = \frac{q}{t}$**: هو المعدل الزمني لمرور شحنة في مقطع موصل وينتج من شحنات متحركة وينتقل خلال الموصل فقط ووحدة قياسه هي الامبير (A) .**

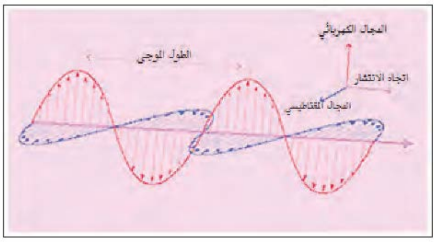
س/ د2ن 2015/ ما اهم خصائص الموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ (1) تنتشر في الفراغ بخطوط مستقيمة وتنعكس وتنكسر وتتداخل وتستقطب وتحيد عن مسارها.

(2) تتألف من مجالين كهربائي ومغناطيسي متلازمين ومتغيرين مع الزمن وبمستويين متعامدين مع بعضهما وعموديين على خط انتشار الموجة ويتذبذبان بالطور نفسه.

(3) هي موجات مستعرضة لان المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذبان عموديا على خط انتشار الموجة الكهرومغناطيسية.

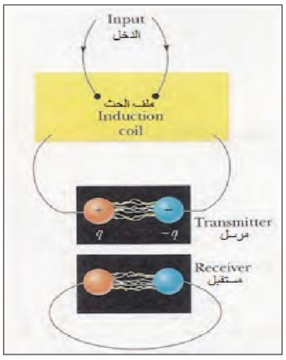
(4) تنتشر في الفراغ بسرعة الضوء وعند انتقالها في وسط مادي تقل سرعتها تبعا للخصائص الفيزيائية لذلك الوسط. وتتولد نتيجة تذبذب الشحنات الكهربائية. ويمكن توليد بعضا منها بوساطة مولد الذبذبات.



(5) تتوزع طاقة الموجة الكهرومغناطيسية بالتساوي بين المجالين الكهربائي والمغناطيسي عند انتشارها بالفراغ.

توليد الموجات الكهرومغناطيسية من الشحنات المعجلة

س/ من أول من قام بتوليد الموجات الكهرومغناطيسية؟ وكيف استطاع توليدها؟ (تجربة هرتز)



شكل (6) يمثل اجهزة هيرتز لتوليد الموجات الكهرومغناطيسية

ج/ اول من تمكن من توليد الموجات الكهرومغناطيسية العالم الألماني هنري هرتز في عام 1887. من خلال أحداث شراره كهربائية بين قطبي الملف الثانوي لجهاز ملف الحث وذلك عند توافر انحدار جهد كافي بينهما وقد نجح في استقبال هذه الموجات في فجوة بين نهايتي حلقة معدنية اذ لاحظ تولد شرارة بينهما عند وضع معين من غير وجود أسلاك توصيل بين المرسل والمستقبل وقد لاحظ هرتز ان الشرارة لا يتم استقبالها إلا إذا كانت الحلقة ذات قطر محدد وموضوعة في وضع يكون فيه الخط الفاصل بين طرفي فتحتها يوازى الخط الواصل بين القطبين الذي يولد الشرارة.

س/ ماذا يتولد حول (1) الشحنة النقطية الساكنة (2) الشحنة النقطية المتحركة بسرعة ثابتة (3) الشحنة المعجلة

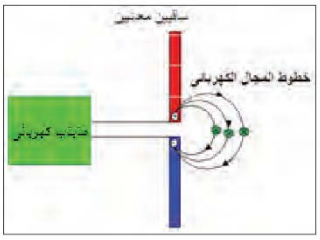
ج/ (1) **الشحنة النقطية الساكنة تولد حولها مجالا كهربائيا.**

(2) **الشحنة النقطية المتحركة بسرعة ثابتة تولد مجالين كهربائي ومغناطيسي ثابتين.**

(3) **الشحنات المعجلة تولد مجالين كهربائي ومغناطيسي متذبذبين ينتشران في الفضاء.**

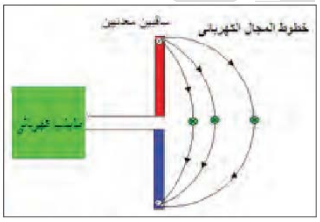
س/ وضح كيف يتم توليد الموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ نربط ساقان معدنيان متقاربان (ثنائي قطب كهربائي) الى مصدر فولطية متناوبة (مذبذب كهربائي)



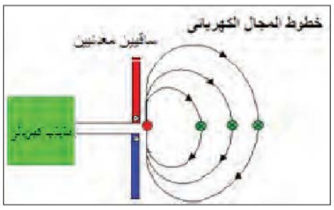
الشكل 1 يوضح كيفية توليد الموجات الكهرومغناطيسية في هوائي الارسال

1) **عند ربط قطبي المذبذب الى طرفي الساقين المتقاربين تبدأ الشحنات الموجبة بالحركة في الساق العلوي نحو الاعلى، والسالبة في الساق السفلي نحو الأسفل (لاحظ الشكل 1)، ويكون شكل خطوط القوة الكهربائية حول الساقين متجها من الطرف الموجب الشحنة الى الطرف السالب الشحنة. اما خطوط القوة المغناطيسية فتكون بشكل دوائر بمستويات عمودية على خطوط المجال الكهربائي، كما بينتها علامة الاتجاه (× نحو الداخل) التي تشير الى دخول الخطوط في مستوى الورقة.**



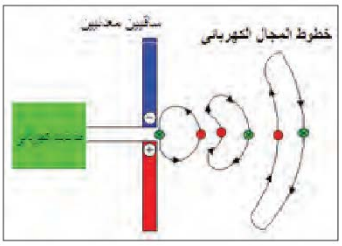
الشكل 2 يوضح تباعد خطوط المجال الكهربائي عند ازدياد الفولطية على سلك هوائي الارسال

2) **في اللحظة التي تبلغ عندها القوة الدافعة الكهربائية المؤثرة (emf) مقدارها الاعظم تصل الشحنات إلى طرفي الساقين البعيدتين ، عندها تصبح سرعتها صفرا، (لاحظ الشكل 2).**



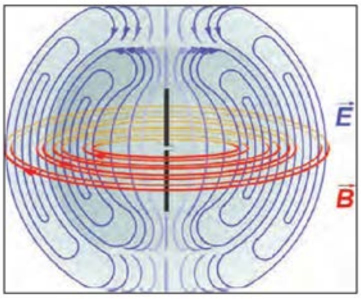
الشكل 3 يوضح تقارب خطوط المجال الكهربائي عند تناقص الفولطية

3) **عندما تبدأ القوة الدافعة الكهربائية المؤثرة (emf) بالتناقص ينعكس اتجاه حركة الشحنات اذ تتحرك الشحنات الموجبة والسالبة باتجاه بعضها البعض ونتيجة لذلك تتقارب نهايتي خطوط المجالين (الكهربائي والمغناطيسي) (لاحظ الشكل 3) ، لتكون حلقة مغلقة عند وصول الشحنة الموجبة مع الشحنة السالبة الى نقطتي بدء حركتهما نلاحظ تلك الحلقات وانتشارها في الفضاء مبتعدتين.**



الشكل 4 يوضح انفصال خطوط المجال الكهربائي عن الهوائي لحظة انقلاب الفولطية

4) **عندما تبدا (emf) المؤثرة بالتنامي من جديد بالاتجاه المعاكس لحظة انقلاب الشحنتين على طرفي ثنائي القطب الكهربائي (انقلاب القطبية) فإن الشحنة السالبة تكون في الساق العلوي والشحنة الموجبة تكون في الساق السفلي تتحركان متباعدتين باتجاهين متعاكستين (لاحظ الشكل 4) في هذه المرة فان المجال الكهربائي يصبح باتجاه معاكس لاتجاهه السابق وكذلك المجال المغناطيسي يعطى (● نحو الخارج).**



الشكل 5 يوضح انبعاث الموجات الكهرومغناطيسية من هوائي الارسال بعد ان تنغلق خطوط المجال الكهربائي والمغناطيسي المرافق له.

ومن هذا التتابع في التغيرات التي تطرأ على المجالين الكهربائي والمغناطيسي تتكون حلقات مغلقة لخطوط القوى الكهربائية والمغناطيسية في مستويات متعامدة تنتشر بعيدا عن ثنائي القطب الكهربائي تمثل جبهات لموجات كهرومغناطيسية (لاحظ الشكل 5).

مبادئ الارسال والتسلم الموجات الكهرومغناطيسية

س/ كيف يمكن لصوت المذياع ان يصل إلينا عبر الفضاء ومن مسافات بعيدة جدا؟

س/ماهي مبادئ الارسال والتسلم الموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ يتم ذلك بوساطة نقل المعلومات من الموجة السمعية (المحمولة) إلى الموجة الراديوية (الحاملة) وبعدها تبث هذه الموجات عن طريق محطة الإرسال واستقبالها عن طريق جهاز الاستقبال (المذياع).

س/د2ت 2013 ت 2014، د1خا 2014، د1ن 2015/ علام تعتمد عملية الارسال والتسلم للموجات الكهرومغناطيسية؟

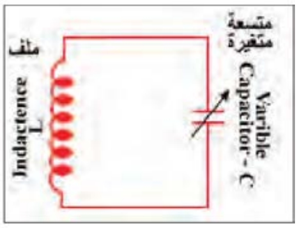
ج/ تعتمد على : (1) دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي. (2) الهوائي.

س/د2خ 2014/ هل يمكن ارسال الموجات السمعية من الهوائي الى مسافات بعيدة ؟ ولماذا؟

ج/ كلا. لان ترددها واطئ وطاقتها ضعيفة فتضمحل بسرعة ولاتقطع مسافات طويلة ، فتكون كفاءة البث ضعيفة.

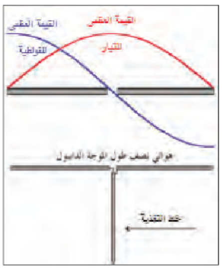
نعم. اذا تم تحميلها على موجة راديوية عالية التردد (عملية التضمين).

س/ما هما الجهازين الاساسين اللذين تتم عن طريقهما عملية الارسال والتسلم الموجات الكهرومغناطيسية؟



ج/ (1) **الدائرة المهتزة (دائرة الرنين): تتألف الدائرة المهتزة من ملف (L) (مهمل المقاومة الاومية) يتصل مع متسعة متغيرة السعة (C). كما ويمكن لهذه الدائرة ان تولد ترددا رنينيا (f_r) من خلال عملية التوليف على وفق العلاقة الاتية:**

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



شكل (13) يوضح كيفية توزيع الفولطية والتيار على طول سلكي الهوائي

(2) **الهوائي: يتكون الهوائي من سلكين معدنيين منفصلين يربطان إلى مصدر فولطية متناوبة يشحن السلكان بشحنتين متساويتين بالمقدار ومختلفتين بالنوع، حيث أن الطاقة المنبعثة من هوائي الإرسال تتبدد في الفضاء بشكل موجات كهرومغناطيسية وتعتمد قدرة الهوائي في الإرسال او التسلم على:**

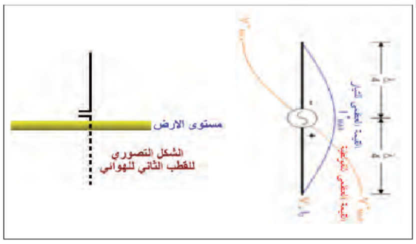
(a) **مقدار الفولطية المجهزة للهوائي.** (b) **تردد الإشارة المرسلة أو المستلمة.**

س/د2 2013، د1 2015، د3م 2015/ علام تعتمد قدرة الهوائي في الإرسال او التسلم للموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ **تعتمد على:** (a) **مقدار الفولطية المجهزة للهوائي.**
(b) **تردد الإشارة المرسلة أو المستلمة.**

س/ماهي أنواع الهوائي ؟

ج/(1) **هوائي مؤرض (هوائي نصف طول موجة - طول الهوائي $L = \frac{\lambda}{2}$): لقد وقد وجد بصورة عملية ان طول الهوائي عندما يساوي نصف طول الموجة المرسلة او المستلمة يحقق ارسال او استقبال أكبر طاقة للإشارة. فان فرق الطور بين التيار المتولد والقوة الدافعة الكهربائية يساوي (90^0) كما تلاحظ في الشكل تكون الفولطية في قيمتها العظمى (V_{max}) عند نهايتي الهوائي ويكون التيار في قيمته العظمى (I_{max}) عند منتصف الهوائي (نقطة تغذية قطبي الهوائي بتيار الإشارة المراد إرسالها) عندها تكون الممانعة قليلة في هذه النقطة في حين تكون الممانعة عالية عند نهايتي الهوائي لذا يمكن تغذية الهوائي بأعظم قدرة من الدائرة المهتزة مقارنة مع اي طول اخر.**



شكل (14) يوضح الهوائي المؤرض وكيفية توزيع الفولطية والتيار على طول سلك الهوائي والارض

(2) **هوائي غير مؤرض (هوائي بربع طول موجة - طول الهوائي $L = \frac{\lambda}{4}$): يمكن تأريض احد اقطاب الهوائي كما تلاحظ في الشكل ، ليكون هوائي ارسال او استقبال بطول ربع موجة، اذ تعمل الأرض على تكوين صورة لجهد القطب بالطول نفسه وبذلك يتكون قطب اخر في الأرض بطول ربع موجة لتكتمل خواص هوائي نصف الموجة. ويسمى مثل هذا الهوائي بهوائي ربع الموجة.**

س/ دخا 2015/ هل يمكن ان يحقق الهوائي ارسالا واستقبالا أكبر طاقة للإشارة؟ ولماذا؟

ج/ **نعم، في الهوائي المؤرض (هوائي نصف طول موجة): لان التيار سيكون في قيمته العظمى عند منتصف الهوائي وتكون الممانعة قليلة في هذه النقطة فيمكن تغذيته بأعظم قدرة من الدائرة المهتزة مقارنة مع اي طول أخر.**

س/ لماذا عندما نلمس هوائي الراديو تزداد شدة الموجة المستقبلة؟

ج/ لأنه عندما نلمس الهوائي باليد:

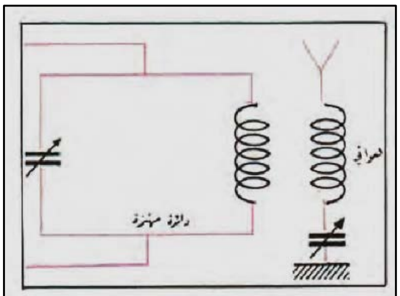
(1) يصبح الهوائي ربع طول موجة $\frac{\lambda}{4}$. (2) سعة المتسعة تقل. (3) يزداد عامل الجودة ويصبح الانتقاء حاد وجيد.

دوائر الارسال والتسلم الموجات الكهرومغناطيسية

س/ د1 2013/ أذكر الاجزاء الاساسية لجهاز أرسال الموجات الكهرومغناطيسية مع الرسم؟

ج/ يتكون جهاز الارسال من:

1. **دائرة مهتزة: تحوي ملفا ومتسعة متغيرة السعة.**
2. **هوائي: يحوي ملفا يوضع مقابلا لملف دائرة الاهتزاز الكهربائي ومتسعة متغيرة السعة تتصل بسلك معدني حر او موصل بالأرض.**



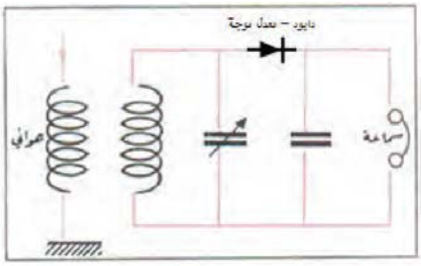
شكل (15) جهاز ارسال الموجات الكهرومغناطيسية

س/ ماهي طريقة عمل دائرة الارسال الموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ 1. عندما تغذى الدائرة المهتزة بالطاقة تبدأ في العمل وتولد موجات الإشارة الكهربائية ويمكن التحكم في ترددها عن طريق تغيير سعة المتسعة في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي (او معامل الحث الذاتي للملف).

2. تتسبب موجات الإشارة الكهربائية التي تبثها الدائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي في توليد تيار محتث متناوب في ملف الهوائي اذ يكون تردد هذا التيار مساويا لتردد موجات الإشارة الكهربائية التي تولدها الدائرة المهتزة.

3. ينتج التيار المحتث المتولد في ملف الهوائي قوة دافعة كهربائية في سلك الهوائي ترددها يساوي تردد التيار المحتث في الملف تولد الموجات الكهرومغناطيسية التي يبثها سلك الهوائي إلى الفضاء.



شكل (16) مخطط جهاز تسلم الموجات الكهرومغناطيسية

س/ أذكر الاجزاء الاساسية لجهاز التسلم الموجات الكهرومغناطيسية مع الرسم؟

ج/ يتكون جهاز الارسال من:

3. **دائرة مهتزة: تتكون من ملف ومتسعة متغيرة السعة.**
4. **هوائي: يحتوي سلك معدني مرتبط بملف .**

س/ ماهي طريقة عمل دائرة التسلم الموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ 1. يستقبل الهوائي الموجات الكهرومغناطيسية من الفضاء اذ تولد فيه تيارا متناوبا تردده يساوي تردد تلك الموجات.

2. يولد التيار المحتث المار في ملف الهوائي اشارة كهربائية ترددها يساوي تردد التيار المحتث والتي عمل الهوائي على تسلمها.

3. تغير سعة المتسعة في الدائرة المهتزة إلى ان تصل إلى حالة الرنين وعندها يتولد في ملف الدائرة المهتزة تيار محتث متناوب يساوي تردده تردد التيار المار في الهوائي .

س/ د2 2014/ ماذا يتولد عندما يستقبل الهوائي الموجات الكهرومغناطيسية من الفضاء في دائرة التسلم ؟

س/ت 2015/ ماذا يتولد عند اعتراض موجة كهرومغناطيسية لهوائي المذياع؟

ج/ يتولد فيه تيارا متناوبا تردده يساوي تردد الموجات الكهرومغناطيسية .

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد الراديوي

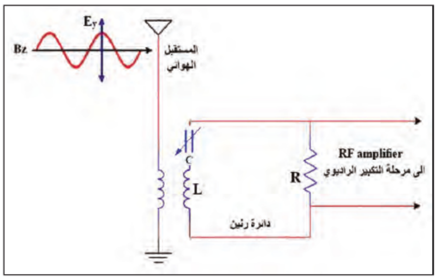
يمكن الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية إما بوساطة مجالها الكهربائي او مجالها المغناطيسي.

س/ عدد طرائق الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد الراديوي؟

ج/ (1)الكشف عن الموجة الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها الكهربائي .

(2)الكشف عن الموجة الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها المغناطيسي .

س/ وضح كيف يتم الكشف عن الموجة الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها الكهربائي؟

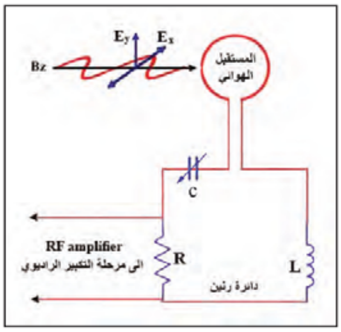


شكل (17) مخطط جهاز تسلم الموجات الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها الكهربائي

ج/ ➢ نربط الدائرة الكهربائية المبينة في الشكل:

- ➢ **أن المجال الكهربائي للموجة (E_y) يعمل على جعل الشحنات تهتز في الهوائي .**
- ➢ **عندما يكون تذبذب المجال الكهربائي (E_y) موجبا، فأن قمة الهوائي تكون موجبة وعندما يكون المجال سالبا تكون قطبية الهوائي سالبة . وهكذا تنعكس قطبية الهوائي عندما يتكرر انعكاس متجه المجال الكهربائي في الموجة.**
- ➢ **أن تكرار انعكاس المجال الكهربائي يجعل الشحنة تتحرك الى اعلى والى اسفل الهوائي بشكل يعتمد على الزمن دوريا، وخلال هذه العملية يحث التيار المتغير جهدا مهتزا في الدائرة الرنينية المرتبطة بالهوائي بوساطة الحث المتبادل**
- ➢ **وعند تغيرمقدار السعة للحصول على حالة الرنين بين تردد الموجة و تردد الدائرة الرنينية سنحصل على اشارة الموجة الكهرومغناطيسية المستلمة.**

س/ د2ن 2015/ وضح كيف يتم الكشف عن الموجة الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها المغناطيسي؟ وضح ذلك مع رسم الدائرة؟



شكل (18) مخطط يمثل جهاز تسلم الموجات الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها المغناطيسي

ج/ ➢ نربط الدائرة الكهربائية المبينة في الشكل ، حيث يتكون الهوائي في هذه الدائرة من سلك موصل بشكل حلقة.

- ➢ **تتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (emf_{ind}) في حلقة الهوائي لكون المجال المغناطيسي للموجة الكهرومغناطيسية متغيرا مع الزمن.**
- ➢ **يتطلب ان يكون مستوى حلقة الهوائي بوضع عمودي على اتجاه الفيض المغناطيسي (لهذا السبب نجد ان اجهزة الراديو الصغيرة يختلف استقبالها لمحطات الاذاعة تبعا لاتجاهها).**
- ➢ **التوليف يكون مع الإشارة المستلمة في الهوائي عن طريق دائرة الرنين بوساطة تغيير سعة المتسعة الموجودة في الدائرة.**

س/ لماذا يختلف استقبال اجهزة الراديو الصغيرة لمحطات الاذاعة؟

ج/ وذلك لاختلاف اتجاهات تلك الاجهزة لأنه يتطلب ان يكون مستوي حلقة الهوائي عمودي على اتجاه الفيض المغناطيسي.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

التضمين (Modulation)

س/ت 2015، ت 2016/ ما المقصود بعملية التضمين؟ وماهي انواعه؟

ج/ عملية التضمين: هي عملية تحميل اشارة المعلومات (صوت او صورة او مكالمة هاتفية) ذات التردد الواطئ (تسمى موجة محمولة) على موجة عالية التردد (تسمى موجة حاملة). وهي على انواع:

(1) التضمين التماثلي: وهو بثلاثة انواع
(a) التضمين السعوي (AM)
(b) التضمين الترددي (FM)
(c) التضمين الطوري (PM)
(2) التضمين الرقمي

س/د3 2015/ أذكر انواع التضمين التماثلي؟

س/ مالفائدة العملية من اللاقطة الصوتية في البث الاذاعي؟

ج/ تقوم بتحويل الموجات الصوتية المسموعة الى اشارات كهربائية وبالتردد نفسه تسمى (بالموجات السمعية).

س/ ماهي مراحل عملية البث الاذاعي؟

ج/ 1. تحويل الموجات الصوتية إلى موجات سمعية (اشارات كهربائية) وبالتردد نفسه بوساطة اللاقطة الصوتية.
2. ترسل الموجات السمعية (أشارات كهربائية) إلى الدائرة الرنينية المهتزة.
3. تقوم الدائرة الرنينية المهتزة بتحميل الموجة السمعية على الموجات الراديوية (الحاملة) والتي يكون ترددها اعلى من تردد الاشارة السمعية.
4. ترسل الموجة إلى هوائي الارسال ليقوم بعملية تحويلها إلى موجات كهرومغناطيسية لتبث بكفاءة وتقطع مسافات طويلة من غير اضمحلال محسوس.

س/د2 2014/ اذكر الفرق بين التضمين التماثلي والتضمين الرقمي ؟

ج/ **التضمين التماثلي:** هو تغيير لأحد خواص موجة التيار عالي التردد (سعة التذبذب – تردد التذبذب – طور التذبذب) وهو على ثلاثة انواع:

(1) التضمين السعوي (AM) (2) التضمين الترددي (FM) (3) التضمين الطوري (PM)

التضمين الرقمي: هو تضمين يمكن اجراءه على الموجة المضمنة وذلك لغرض :

(1) التقليل من التأثيرات الخارجية عليها. (2) امكانية تشفير الموجة.

س/ ما الفائدة العملية من التضمين الرقمي؟

ج/الغرض منه (1) التقليل من التأثيرات الخارجية عليها. (2) امكانية تشفير الموجة.

س/د1 خا 2014/ ما المقصود ب؟ التضمين السعوي ، التضمين الترددي

س/ ما المقصود بالتضمين السعوي (AM)؟

ج/ هو تغيير في سعة الموجة الحاملة كدالة خطية مع سعة الموجة المحمولة على وفق تردد الأشارة المحمولة. والشكل يوضح كيفية تضمين موجة معلومات منخفضة التردد على موجة حاملة عالية التردد ونحصل على موجة تظهر المعلومات بشكل تغيرات في السعة مع ثبوت ترددها،



شكل (20) التضمين السعوي

س/ ما المقصود بالتضمين الترددي (FM) ؟

ج/ هو تغيير تردد الموجة الحاملة كدالة خطية مع تردد الموجة المحمولة على وفق سعة الموجة المحمولة. والشكل يوضح التضمين الترددي إذ إن السعة الموجية للموجة المحمولة تقلل من تردد الموجة الحاملة والعكس صحيح. ونلاحظ في الجهة اليمنى عدم تغير سعة الموجة الحاملة.



شكل (21) التضمين الترددي

س/ ما المقصود بالتضمين الطوري (PM)؟

ج/ هو تغيير في طور الموجة الحاملة كدالة خطية مع سعة الموجة المحمولة على وفق تردد الاشارة المحمولة. والشكل يوضح تضمين الطور والذي يظهر التغير في سعة موجة المعلومات على شكل تغيرات في طور الموجة المحمولة.



شكل (22) التضمين الطوري

مدى الموجات الراديوية

س/ على اي اساس قسمت الموجات الكهرومغناطيسية الراديوية؟

ج/نظرا للتباين الكبير في خصائصها تم تقسيمها من حيث طرائق توليدها وانتشارها.

س/ ماهي مناطق ترددات الموجات الراديوية؟

ج/ (1) منطقة الترددات المنخفضة جدا (VLF) (3kHz – 30kHz) ، ومجال الترددات المنخفضة (LF) (30kHz – 300kHz) ؛ وتستثمر غالبا في الملاحة البحرية.

(2)منطقة الترددات المتوسطة (MF) (300kHz – 3MHz)؛ وتستثمر غالبا في البث الاذاعي المعتاد.

(3)منطقة الترددات العالية (HF) (3MHz – 30MHz): وتستثمر في بعض الهواتف و الاتصال بين الطائرات والسفن وغير ذلك.

(4)منطقة الترددات العالية جدا (VHF) (30MHz – 300MHz) وتستثمر في بعض أجهزة التلفاز والإرسال الإذاعي، وانظمة التحكم بالحركة الجوية، وانظمة اتصالات الشرطة، وغيرها.

انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

س/ د1 2013، د2خ 2014، ت 2015/ علام تعتمد سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الأوساط المختلفة ؟

ج/ تعتمد وفقا للعوامل الاتية والتي تحددها هذه المعادلة $\left(v = \frac{1}{\sqrt{\in \mu}} \right)$

(1) **السماحية الكهربائية للوسط** $(\in)$ **الذي تنتشر خلاله وتقاس بوحدة** $\left(\frac{F}{m}\right)$.

(2) **النفاذية المغناطيسية للوسط** (μ)**الذي تنتشر خلاله وتقاس بوحدة** $\left(\frac{H}{m}\right)$.

ملاحظة

ان قيم الثوابت (السماحية الكهربائية والنفاذية المغناطيسية) في الفراغ تساوي :

$$\in_0 = 8.854 \times 10^{-12} \frac{F}{m} \quad , \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{H}{m}$$

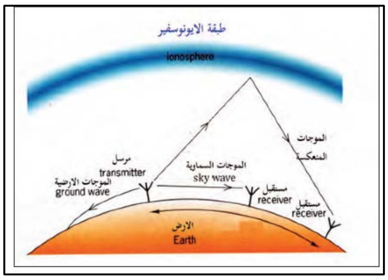
لذا يمكن حساب سرعة الضوء في الفراغ (c)

$$c = \frac{1}{\sqrt{\in_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{8.854 \times 10^{-12} \times 4\pi \times 10^{-7}}} = 2.997964 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

وعادة يقرب الى $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$

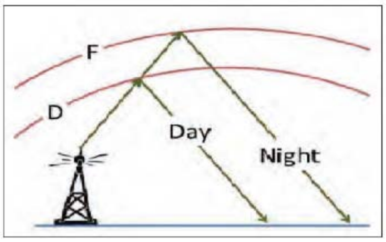
س/ماهي طرق انتشار الموجات الراديوية في الجو؟

ج/ يتم ذلك عن طريق: (1) **الموجات الارضية** (2) **الموجات السماوية** (3) **الموجات الفضائية**



س/ما المقصود بالموجات الارضية؟

ج/
- **مدى تردداتها بين** (530KHz − 2MHz).
- **تنتقل قريبة من سطح الارض وتتخذ عند انتشارها مسارا قريبا جدا من سطح الارضي.**
- **ينحني مسار انتشارها مع انحناء سطح الارض.**
- **يستفاد منها في بناء انظمة اتصالات محدودة المسافة وذلك لمحدودية قدرة بث ارسال هذه الموجات.**



س/ما المقصود بالموجات السماوية؟

ج/
- **هي موجات يقع تردداتها بين** (2MHz − 30MHz).
- **يعتمد هذا النوع من الاتصالات على وجود طبقات الايونوسفير.**
- **طبقات الايونوسفير هي طبقات عالية التأين اذ تعكس الموجات السماوية إلى الارض وتكون طبقات الايونوسفير عالية التأين عند منتصف النهار وقليلة التأين في اثناء الليل اذ تختفي الطبقة المتأينة القريبة من الارض في اثناء الليل والتي تسمى** (D − layer) **وتبقى طبقة** (F − layer)
- **تعمل هذه الطبقات على عكس بعض انواع الموجات الراديوية الموجهة اليها من محطات البث الارضية إلى الارض ولهذا السبب يكون استلام هذه الموجات في اثناء النهار لمدى اقل مما هو عليه في اثناء الليل نتيجة انعكاس الموجات الراديوية من المنطقة السفلى** (D − layer) **وفي اثناء الليل يكون الاستلام واضحا لانعكاس الموجات من الطبقة العليا** (F − layer).

س/ماالمقصود بالموجات الفضائية ؟

ج/ ➢ هي موجات تشمل جميع الترددات التي تزيد عن (30MHz) أي نطاق الترددات العالية جدا (VHF) وهي موجات دقيقة (Microwave) تنتشر بخطوط مستقيمة ولا تنعكس عن طبقة الايونوسفير بل تنفذ من خلالها .

➢ يمكن استثمار هذه الموجات في عملية الاتصال بين القارات وذلك باستعمال اقمار صناعية في مدار متزامن مع دوران الارض حول محورها (يطلق عليها توابع satellite) لتعمل كمعيدات (repeaters) (محطات لتقوية الاشارة واعادة ارسالها) .

➢ تقوم هذه الأقمار باستقبال الاشارات الضعيفة من محطات أرضية ثم تعيد بثها مرة اخرى الى الارض لتستلمها محطات أرضية اخرى على بعد آلاف الكيلومترات.



س/ ما الغرض من الاقمار الصناعية؟

ج/ تعمل على استقبال الاشارة الضعيفة لتقوم بتقويتها ثم تعيد ارسالها إلى الارض مرة اخرى لتستلمها محطات ارضية اخرى على بعد الاف الكيلومترات .

س/ ما عمل طبقات الايونوسفير عند بث الموجات الراديوية بطريقة الموجات السماوية؟

ج/ تعمل على عكس بعض انواع الموجات الراديوية الموجهة اليها من محطات البث الارضية إلى الارض.

س/ علام يعتمد بث الموجات الراديوية بطريقة الموجات السماوية؟

ج/ يعتمد على وجود طبقات الايونوسفير وهي طبقات عالية التأين اذ تعكس الموجات السماوية إلى الارض .

س/ اين يمكن ان تستثمر الموجات الفضائية ؟

ج/ تستثمر هذه الموجات في عملية الاتصال بين القارات وذلك باستعمال اقمار صناعية (توابع) في مدار متزامن مع دوران الارض حول محورها وهي تعمل كمعيدات (محطات لتقوية الاشارة واعادة ارسالها) لتستلمها محطات ارضية اخرى على بعد الاف الكيلومترات.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

بعض تطبيقات الموجات الكهرومغناطيسية

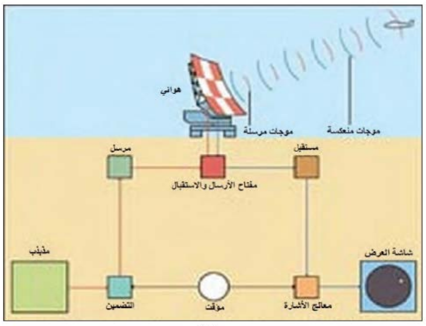
س/اذكر بعض تطبيقات الموجات الكهرومغناطيسية؟

ج/ (1) **الرادار** (2) **التحسس النائي (الاستشعار عن بعد)** (3) **الهاتف الجوال (النقال)**

1- الرادار

س/ ما المقصود بكلمة رادار RADAR؟

ج/ **كلمة رادار** (RADAR) **هي اختصار للأحرف الأولى للجملة الآتية** (Radio Detection And Ranging) **وتعني الكشف وتحديد البعد بوساطة الموجات الراديوية.**



س/ ما المقصود بالرادار؟ وما الغرض منه ؟

ج/ **الرادار: هو نظام الكتروني يستعمل لكشف اهداف متحركة او ثابتة وتحديد مواقعها وذلك بأرسال موجات راديوية باتجاه الهدف واستقبال الموجات المنعكسة عنه.**

س/ كيف يعمل الرادار؟

ج/ **يقوم جهاز الرادار بأرسال موجات راديوية باتجاه الهدف واستقبال الموجات التي تنعكس عن الهدف ومن خلال زمن ذهاب واياب الموجات المنعكسة عن الهدف يمكن للرادار تحديد مدى الهدف وكم يبعد كما يمكن له تحديد موقع الهدف من خلال الاتجاه الذي تعود منه الموجات المنعكسة.**

س/ د1 2013، د2 2015/ **أذكر المكونات الاساسية (الرئيسية) للرادار؟**

ج/1. **المذبذب : جهاز يولد اشارة كهربائية بتردد ثابت وذات قدرة واطئة.**
2. **المضمن : يعمل على تحميل الموجات السمعية على الموجات الراديوية.**
3. **المرسل : يعمل على تقليل زمن النبضة الواصلة اليه من المضمن فيرسلها بنبضة ذات قدرة عالية إلى الهوائي.**
4. **مفتاح الارسال والاستقبال : مفتاح يعمل على فتح او اغلاق دائرة الارسال والاستقبال.**
5. **الهوائي : يقوم بأرسال الموجات الرادارية (الموجات الدقيقة او الموجات الراديوية) بشكل حزم ضيقة موجهة إلى الهدف واستلامها بعد انعكاسها عن الهدف .**
6. **المؤقت : يتحكم زمنيا بعمل الاجزاء الرئيسة للرادار.**
7. **المستقبل : يتسلم الموجات المنعكسة المتجمعة بوساطة الهوائي ويقوم بتكبيرها وعرضها على معالج الاشارة.**
8. **معالج الاشارة : يعمل على انتقاء الاشارات المنعكسة عن الاهداف الصغيرة المتحركة ويحجب الاشارات المنعكسة عن الاهداف الكبيرة والثابتة.**
9. **الشاشة : تعمل على اظهار الموجات المنعكسة عن الهدف على هيئة نقاط مضيئة.**

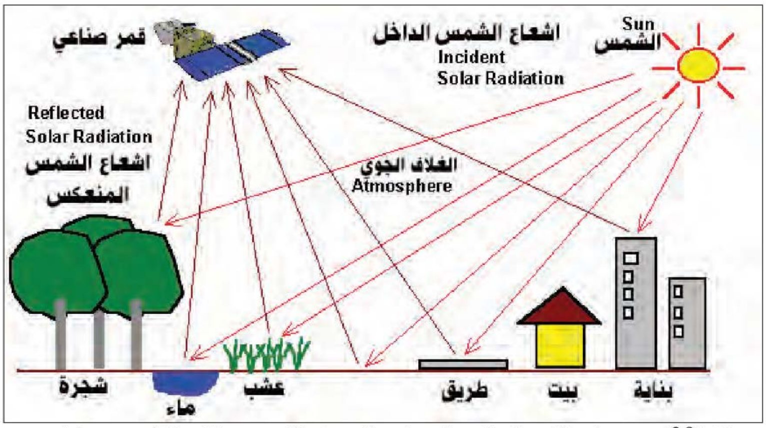
2- التحسس النائي (الاستشعار عن بعد)

س/ ما المقصود بالتحسس النائي (الاستشعار عن بعد)؟
ج/هو احد مجالات العلوم التي تمدنا بالمعلومات عن سطح الارض من غير أي احتكاك او اتصال مباشر بسطحها كالحصول على صورة من طائرة او قمر صناعي.

س/ كيف تعمل اجهزة التحسس النائي (الاستشعار عن بعد)؟
ج/ ان اجهزة الاستشعار عن بعد الموجودة في الطائرات او الاقمار الصناعية او البالونات تتحسس الموجات الكهرومغناطيسية الضوئية إلى نهاية الموجات الراديوية المنعكسة او المنبعثة من الأجسام الارضية او من الجو او من مياه البحار وبعد الاستشعار بهذه الموجات تقوم بتصويرها وتحليل بياناتها لتكون جاهزة للاستعمال في فروع المعرفة مثل الجيولوجيا والهندسة المدنية والزراعة والأرصاد الجوية والتطبيقات العسكرية وغيرها.

س/ ماهي انواع التحسس النائي؟
ج/ 1- التحسس النائي بحسب مصدر الطاقة. **2- التحسس النائي بحسب الطول الموجي.**

س/ يستعمل التحسس النائي بحسب مصدر الطاقة نوعان من الصور اذكرهما؟
س/ د2 2013، د2 2015/ما الفرق بين الصور النشطة والصور الغير نشطة؟
ج/ 1. صورة نشطة : وهي التي يُعتمد فيها على مصدر طاقة مثبت على القمر نفسه ليقوم بعملية اضاءة الهدف وتسلم الاشعة المنعكسة عنه.
2. صورة غير نشطة : وهي التي تعتمد على مصدر الاشعاع المنبعث من الهدف نفسه.



شكل (29) يوضح كيفية استلام القمر الصناعي للموجات الكهرومغناطيسية التي تشعها الارض

س/ تقسم صور الهدف التي يستلمها جهاز التحسس النائي طبقا للطول الموجي إلى ثلاثة اقسام اذكرها؟
ج/1. صورة الاشعة المرئية.
2. صورة الاشعة تحت الحمراء.
3. صورة الاشعة المايكروية.

س/ ماهي مجالات استعمال تقنية التحسس النائي؟

ج/1. اكتشاف الخامات المعدنية والبترولية.

2. مراقبة حركة الانهار وجفاف الاراضي والبحيرات والتعامل مع السيول والفيضانات المتوقعة بمقارنة صور مأخوذة على فترات زمنية مختلفة.

3. دراسة المشاريع الانشائية والتخطيط العمراني للمدن والقرى والمنشئات الكبيرة.

4. دراسة النباتات الطبيعية ودراسة التوزيع النوعي للأراضي والتربة.

5. تستثمر هذه التقنية في التطبيقات العسكرية فمثلا بعض الاقمار الصناعية العسكرية مزودة بمتحسسات تعمل بالأشعة تحت الحمراء يمكنها التحسس بالحرارة المنبعثة من الشاحنات والطائرات والصواريخ والسيارات والاشخاص ورصد اية حركة على سطح الارض ويمكن للمتحسسات ان تعمل في شتى الظروف الجوية.

6. تستثمر في تصوير النجوم والكواكب المطلوب دراستها باستعمال كاميرات رقمية مثبتة على اقمار صناعية خاصة بالبحث العلمي في مجال الفضاء والفلك.

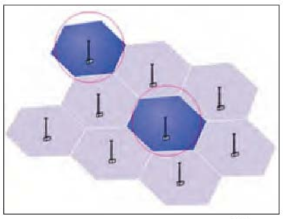
3- الهاتف الجوال (النقال)

س/ماهي وسيلة الاتصال قبل اختراع الهاتف الجوال؟

ج/ كان الاتصال يتم عن طريق هواتف الراديو ومن أمثلتها هو الجهاز المستعمل من قبل اجهزة الشرطة.

س/ علل / لماذا يكون عدد الاشخاص محدودين عن استعمال تلفونات الراديو في الوقت نفسة بينما يمكن للملايين من الاشخاص استعمال الجوال دون تداخل احدهما الاخر؟

س/ ما الذي يميز اجهزة تلفونات الراديو عن الهاتف النقال؟



شكل (30) يوضح كيفية تقسم المدينة الى خلايا ذو ابراج اتصال

ج/ لأنه في نظام تلفونات الراديو توجد محطة إرسال واحدة مركزية في المدينة (هوائي) و25 قناة اتصال فقط متاحة للاستعمال، اما في نظام الهاتف الجوال فإن المدينة تقسم إلى خلايا (cells). كل خلية من الخلايا تحتوي برجا يحمل معدات ارسال واستقبال.

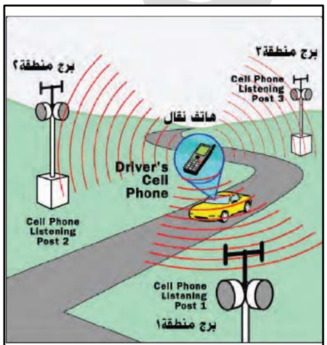
س/ التردد المستعمل في خلية معينة يمكن ان يستخدم نفسه في خلايا اخرى بعيدة عند استعمال الجوال؟ لماذا؟

س/ علل/ يمكن استعمال الترددات نفسها في الخلايا المتباعدة للهاتف النقال؟

ج/ لان اجهزة الجوال ومحطات الارسال تعمل بقدرة منخفضة (0.6watt – 3watt).

س/ علل/ لماذا يكون المدى الذي يعمل فيه جهاز الجوال كبيرا جدا؟

ج/ لأنه اجهزة الجوال تتعامل مع اكثر من (1664) قناة. ويمكن للمتحدث ان يتحول من خلية الى اخرى كلما تحرك من مكان لأخر في اثناء الاستعمال، لذلك بإمكانك التحدث مع اي شخص وانت مسافر مئات الكيلومترات من غير ان ينقطع الاتصال.



شكل (31) يوضح كيفية امكانية تحويل المتحدث المستقبل من خلية اتصال الى اخرى

الفصل الرابع أمثلة عن الموجات الكهرومغناطيسية

أمثلة الكتاب

س1/ ضبطت دائرة موالفة في جهاز راديو محطة اذاعية بحيث كانت قيمة المحاثة في الدائرة (6.4μH) وقيمة السعة (1.9PF)

(a) ماتردد الموجات التي يلتقطها الجهاز؟ (b) وماطولها الموجي؟

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{6.4\times10^{-6}\times1.9\times10^{-12}}} = \frac{1}{2\times3.14\sqrt{12.16\times10^{-18}}}$$

$$f_r = 45.665 \times 10^6 Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{f_r} = \frac{3\times10^8}{45.665\times10^6} = \frac{300}{45.665} = 6.57\text{m}$$

س2/ يراد استعمال هوائي نصف موجة لإرسال إشارات لاسلكية للترددات الآتية: (20KHz, 200MHz).

احسب طول الهوائي لكل من هذين الترددين وبين اي من هذه الهوائيات مناسب للاستعمال العملي.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{20\times10^3} = \frac{3}{20}\times10^5\text{m} = 15\text{ Km}$$

$$\ell = \frac{\lambda}{2} = \frac{15\text{ Km}}{2} = 7.5\text{Km}$$

طول هذا الهوائي لايمكن استعماله من الناحية العملية ولغرض ارساله نقوم بتحميله على موجة حاملة عالية التردد بعملية تسمى التضمين

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{200\times10^6} = \frac{3}{2} = 1.5\text{m} = 150\ cm$$

$\ell = \frac{\lambda}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75\text{m}$ **طول الهوائي لنصف طول موجة المستعمل مناسب من الناحية العملية**

$\ell = \frac{\lambda}{4} = \frac{150}{4} = 37.5\text{ cm}$ **طول الهوائي بعد التاريض يكون مناسبا اكثر للاستعمالات العملية**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

قوانين الفصل الرابع

سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الاوساط	$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \ \mu}}$
سرعة الضوء او الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ	$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \ \mu_0}}$
التردد الرنيني	$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $\omega = 2\pi$
سرعة الضوء	$c = f\lambda$
السرعة	$v = \frac{x}{t}$, $c = \frac{x}{t}$
طول الهوائي نصف موجي (الغير مؤرض)	$\ell = \frac{\lambda}{2}$
طول الهوائي ربع موجة (المؤرض)	$\ell = \frac{\lambda}{4}$
طول الهوائي الاقصر هو الافضل	

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

أسئلة الفصل الرابع

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- إن تيار الازاحة (I_d) يتناسب مع :

(a) المعدل الزمني للتغير في المجال المغناطيسي. (b) المعدل الزمني للتغير في المجال الكهربائي.

(c) المعدل الزمني للتغير في تيار التوصيل. (d) المعدل الزمني للتغير في تيار الاستقطاب.

الجواب: (b) المعدل الزمني للتغير في المجال الكهربائي .

2- إن تذبذب الالكترونات الحرة في موصل تنتج موجات تسمى:

(a) موجات الأشعة السينية. (b) موجات أشعة كاما

(c) موجات الاشعة تحت الحمراء. (d) الموجات الراديوية

الجواب: (d) الموجات الراديوية ·

3- يتحدد مقدار سرعة الموجة الكهرومغناطيسية في الأوساط المختلفة بوساطة :

(a) مقدار السماحية الكهربائية لذلك الوسط فقط.

(b) النفاذية المغناطيسية لذلك الوسط فقط.

(c) حاصل جمع السماحية الكهربائية والنفاذية المغناطيسية لذلك الوسط .

(d) مقلوب الجذر التربيعي لحاصل ضرب مقدار السماحية والنفاذية .

الجواب: (d) مقلوب الجذر التربيعي لحاصل ضرب مقدار السماحية والنفاذية .

4- الموجات الكهرومغناطيسية التي تستعمل في أجهزة الرادار هي (ت2013، ت 2015)

(a) موجات الأشعة فوق البنفسجية. (b) موجات أشعة كاما.

(c) موجات الأشعة السينية. (d) موجات الأشعة الدقيقة (Microwaves).

الجواب: (d) موجات الأشعة الدقيقة (Microwaves)

5- تتولد الموجات الكهرومغناطيسية عند :

(a) مرور تيار مستمر في سلك موصل.

(b) حركة شحنة كهربائية بسرعة ثابتة في سلك موصل.

(c) حركة شحنة كهربائية معجلة في سلك موصل.

(d) وجود شحنات كهربائية ساكنة في سلك موصل.

الجواب: (c) حركة شحنة كهربائية معجلة في سلك موصل.

6- للحصول على كفاءة عالية في عمليتي الإرسال والتسلم يستعمل هوائي طوله يبلغ نصف طول الموجة وذلك لان:
(a) مقدار الفولطية اكبر ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي.
(b) مقدار الفولطية اقل ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي.
(c) مقدار الفولطية والتيار اكبر ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي.
(d) مقدار الفولطية والتيار اقل مايمكن عند نقطة تغذية الهوائي.

الجواب: (b) مقدار الفولطية اقل ما يمكن عند نقطة تغذية الهوائي.

7- يمكن أن تعجل الشحنة الكهربائية في موصل عندما يؤثر عليها :
(a) مجال كهربائي ثابت. (b) مجال كهربائي متذبذب.
(c) مجال كهربائي ومجال مغناطيسي ثابتان. (d) مجال مغناطيسي ثابت.

الجواب: (b) مجال كهربائي متذبذب.

8- في عملية التضمين الترددي (FM) نحصل على موجة مضمنة بسعة:
(a)ثابتة وتردد ثابت. (b) متغيرة وتردد متغير.
(c) ثابتة وتردد متغير. (d) متغيرة وتردد ثابت.

الجواب: (c) ثابتة وتردد متغير.

9- تعكس طبقة الايونوسفير في الجو الترددات الراديوية التي تكون:
(a)ضمن مدى $(2-30)MHz$. (b) ضمن المدى $(30-40)MHz$
(c) ضمن المدى $(20)MHz$ (d) جميع الترددات الراديوية

الجواب: (a) ضمن مدى $(2-30)MHz$

10- إن عملية الإرسال والتسلم للموجات الكهرومغناطيسية تعتمد على :
(a)قطر سلك الهوائي. (b) كثافة سلك الهوائي.
(c)الدائرة المهتزة والهوائي. (d) كل الاحتمالات السابقة.

الجواب: (c) الدائرة المهتزة والهوائي .

11- في حالة البث الإذاعي تقوم اللاقطة الصوتية : (ت 2013)
(a) بتحويل موجات الصوت المسموع إلى موجات سمعية بالتردد نفسه.
(b) بعملية التضمين الترددي.
(c) بعملية التضمين السعوي .
(d) بفصل الترددات السمعية عن الترددات الراديوية .

الجواب: (a) بتحويل موجات الصوت المسموع إلى موجات سمعية بالتردد نفسه.

12- صور التحسس النائي التي يعتمد فيها على مصدر الطاقة من القمر نفسه تسمى : (د1 2015)

(a) صور غير نشطة.

(b) صور نشطة.

(c) صور الإشعاع المنبعث من الهدف نفسه قطر سلك الهوائي.

الجواب: (b) صور نشطة.

س2 (د3 2014، د3م 2015) **هل كل الأسلاك الموصلة التي تحمل تيارا تشع موجات كهرومغناطيسية ؟ اشرح ذلك .**

الجواب: كلا، فقط التي تحمل تيارا متناوبا هي التي تشع موجات كهرومغناطيسية وذلك لأن حركة الشحنة في التيار المتناوب (المتردد) تتحرك بتعجيل تباطئي تارة وتسارعي تارة اخرى.

س3 (د3 2015) **عندما تنتشر الأشعة الكهرومغناطيسية في الفضاء أو الأوساط المختلفة. ماذا يتذبذب؟**

الجواب: كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذبان بطور واحد ومتعامدان مع بعضهما وعمودان على خط مسار الموجة (خط انتشار الموجة الكهرومغناطيسية) .

س4 (د2ن 2015) **وضح كيف يتم الكشف عن الموجة الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها المغناطيسي ؟**

الجواب: يكون هوائي الاستقبال بشكل حلقة وعند تدويره توجهه حلقة الهوائي، فالفيض المغناطيسي المتغير مع الزمن متجهه $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$ عموديا على مساحة الحلقة فتتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (ε_{ind}) متناوبة ويمكن التوليف مع الاشارة المستلمة من الهوائي من خلال دائرة الرنين بوساطة تغير سعة المتسعة في دائرة الرنين.

س5 (د1 2013، د2خ 2014، ت 2015، د2 2015)

ما العوامل التي تحدد سرعة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الأوساط المختلفة ؟

الجواب: (1) السماحية الكهربائية $(\in)$ للوسط .

(2) النفاذية المغناطيسية (μ) للوسط.

على وفق العلاقة التالية : $\left(v = \frac{1}{\sqrt{\in \mu}}\right)$

س6 (د2ت 2013، د3 2014، د1 2015) **يكون تسلم الموجات الراديوية في إثناء النهار لمدى اقل مما هو عليه في إثناء الليل؟**

الجواب : لانه في اثناء النهار تنعكس الموجات الراديوية من المنطقة السفلى $(D-\text{layer})$ والمسؤولة عن توهين الموجات الراديوية فيكون التسلم غير واضح.

اما في إثناء الليل يكون التسلم واضحا لأن انعكاس الموجات الراديوية يكون من الطبقة العليا $(F-\text{layer})$ اذ تختفي الطبقة السفلى $(D-\text{layer})$ من طبقة الايونوسفير في اثناء الليل.

س7 (د2 2013، د2 2015) **ما الفرق بين الصور النشطة وغير النشطة ؟**

الجواب:

الصور النشطة: يعتمد فيها على مصدر طاقة مثبت على القمر الصناعي نفسه ليقوم بعملية إضاءة الهدف وتسلم الأشعة النعكسة عنه .

الصور غير النشطة: ويعتمد فيها على مصدر الإشعاع المنبعث من الهدف نفسه.

س8 **ما المقصود بالمصطلحات التالية: الموجة الحاملة** (د1 2014)، **الموجة المحمولة، الموجة المضمنة** (د1 2014)**؟**

الجواب:

الموجة الحاملة : هي الموجة الكهرومغناطيسية (موجة راديوية (R. F)) ذات تردد عالي يمكن توليدها باستعمال المذبذب الكهربائي اذ تحمل بالمعلومات مثل (الموجة السمعية ذات التردد الواطئ) وتنقل الطاقة الى مسافات بعيدة عن مصدرها.

الموجة المحمولة: هي موجة واطئة التردد (AF) مثل (الموجة السمعية (A. W)) التي تحتوي على المعلومات المراد إرسالها وهي اشارات كهربائية نافعة (موجة سمعية) تخرج من المايكروفون.

الموجة المضمنة: هي الموجة الناتجة عن تحميل الموجة الراديوية بالموجة ذات اشارات كهربائية نافعة (السمعية) وتبث بوساطة هوائي الارسال.

س9 **نشاهد من حين لأخر في دور السينما او في التلفاز رجال الشرطة وهم يحاولون تحديد موقع محطة ارسال لاسلكي سرية وذلك بقيادة سيارة في المناطق المجاورة ومثبت بالسيارة جهاز يتصل به ملف يدور ببطء من فوق ظهر السيارة. اشرح طريقة عمل الجهاز.**

الجواب: في اثناء دوران ملف الكشف في السيارة وعند تعامد مستواه مع المجال المغناطيسي للموجة الكهرومغناطيسية المرسلة من المحطة السرية يتولد اعظم مقدار للقوة الدافعة الكهربائية المحتثة في الملف لذا نحصل على اعظم مقدار لطاقة التسلم وبالنتيجة يمكن تحديد محطة الارسال السرية.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

مسائل الفصل الرابع

س1 يستعمل جهاز راديو لالتقاط محطة إذاعية تعمل عند تردد مقداره (840kHz) فإذا كانت دائرة الرنين تحتوي على محث مقداره (0.04mH) ، فما سعة المتسعة الواجب توافرها لالتقاط هذه المحطة؟

الحل

$f = 840kHz = 840 \times 10^3 = 84 \times 10^4 Hz$

$L = 0.04mH = 0.04 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-5} H$

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow 84 \times 10^4 = \frac{1}{2\pi\sqrt{4\times10^{-5}\,C}} \Rightarrow (84 \times 10^4)^2 = \frac{1}{4\pi^2\times4\times10^{-5}\,C}$

$7056 \times 10^8 = \frac{1}{16\pi^2\times10^{-5}\,C} \Rightarrow 7056 \times 10^8 \times 16\pi^2 \times 10^{-5} C = 1$

$C = \frac{1}{112896\pi^2\times10^3} = \frac{8.85}{\pi^2} \times 10^{-9}\ F$

س2 داخل 2013 ما مدى الأطوال الموجية الذي تغطيه محطة إرسال (AM) إذاعية تردداتها في المدى من (540kHz) إلى (1600kHz).

الحل

$f = 540kHz = 54 \times 10^4 Hz$

$\therefore \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{54\times10^4} = 555.5\ m$

$f = 1600kHz = 16 \times 10^5 Hz$

$\therefore \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{16\times10^5} = 187.5\ m$

∴ المدى من 187.5 m - 555.5 m

س3 ما هو أقل طول لهوائي السيارة اللازم لاستقبال أشارة ترددها (100MHz) ؟

الحل

$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{100\times10^6} = 3m$

$\therefore\ \ell = \frac{\lambda}{2} = \frac{3}{2} = 1.5m$

ت 2013 س4 ما الطول الموجي لموجات كهرومغناطيسية يشعها مصدر تردده (50Hz) ؟

الحل

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{50} = 6\times10^6 m$$

س5 ما تردد الموجات الكهرومغناطيسية التي أطوال موجاتها : 2.1m (a) ، 12m (b) ، 120m (c)؟

الحل

a) $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{2.1} = 1.428\times10^8$ Hz

b) $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{12} = 0.25\times10^8$ Hz

c) $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^8}{120} = 0.025\times10^8$ Hz

ت 2015 س6 وقع انفجار على بعد (4Km) من راصد . ما الفترة الزمنية بين رؤية الراصد الانفجار و سماعة صوته؟ (اعتبر سرعة الصوت $(340\frac{m}{s})$).

الحل

$$t_1 = \frac{d}{c} = \frac{4\times10^3}{3\times10^8} = 1.33\times10^{-5}\ sec$$

$$t_2 = \frac{d}{v} = \frac{4\times10^3}{340} = \frac{200}{17} = 11.764\ sec$$

$$\therefore\ \Delta t = t_2 - t_1 = 11.764 - 1.33\times10^{-5} = 11.764 - 0.0000133$$

$$\Delta t = 11.7639867\ sec$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الخامس

البصريات الفيزيائية

Physical Optics

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الخامس البصريات الفيزيائية

الموجة: هي اضطراب ناتج عن مصدر طاقة، وهو أحد اشكال انتقال الطاقة في وسط مادي حيث تنتقل فيه الموجات، وتنقل الطاقة من مكان لأخر بدون أزاحة جزيئات الوسط بشكل دائم كما انه لا تنتقل اي كتلة مع انتقال الموجة ولكن جزيئات الوسط تتحرك بشكل متعامد او موازي لأتجاه حركة الموجة حول موقع ثابت. حيث توجد نوعين من الامواج هما:

1. **موجات ميكانيكية:** (طولية مثل موجة الصوت) و (مستعرضة مثل الموجات المتولدة عبر الاوتار).
2. **موجات كهرومغناطيسية:** (تكون موجة مستعرضة فقط مثل موجات الضوء والموجات الراديوية والخ).

الخصائص العامة للأمواج: 1.الانتشار بخطوط مستقيمة. 2. الانعكاس. 3. الانكسار. 4.التداخل. 5.الحيود.

الخصائص العامة للضوء: 1.الانتشار بخطوط مستقيمة. 2. الانعكاس. 3. الانكسار. 4.التداخل. 5.الحيود. 6.الاستقطاب. 7. الاستطارة.

تداخل الموجات الضوئية

س/ ما المقصود بتداخل الضوء؟ وماهو مبدأ الذي على اساسه تتداخل موجات الضوء؟

ج/ **تداخل الضوء:** هو ظاهرة إعادة توزيع الطاقة الضوئية الناشئة عن تراكب سلسلتين او اكثر من الموجات الضوئية المتشاكهة عند انتشارهما بمستو واحد وفي آن واحد في الوسط نفسه.

- ويتم ذلك على وفق مبدأ **تراكب الموجات**، (تكون ازاحة الموجة المحصلة عند اي لحظة تساوي حاصل جمع ازاحتي الموجتين المتراكبتين عند اللحظة نفسها).

س/ت 2013 ، د2خ 2014/ ما المقصود بالموجات المتشاكهة في الضوء؟

ج/ هي الموجات التي تكون:

(1) متساوية في التردد.
(2) متساوية (او متقاربة) في السعة.
(3) فرق الطور بينها ثابت.

س/د1خارج 2014/ متى يحصل التداخل المستديم بين موجتين ضوئيتين؟ (ماهي شروط التداخل المستديم)

ج/(1) ان تكون الموجتان متشاكهتين.
(2) إذا كان اهتزازهما في مستوي واحد وفي وسط واحد وتتجهان نحو نقطة واحدة وفي آن واحد.

س/ أشرح نشاط يوضح مفهوم تداخل الموجات؟

ج/ ادوات التجربة

1.جهاز حوض المويجات. 2.مجهز قدرة. 3.هزاز.

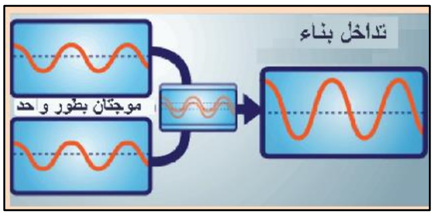
4.نقار ذو رأسين مدببين بمثابة مصدرين نقطيين (S_1, S_2) يبعثان موجات كروية تنتشر على سطح الماء بالطول الموجي نفسه.



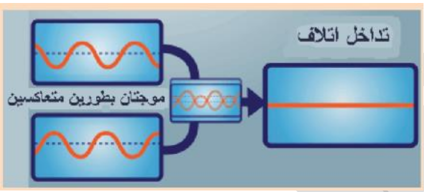
خطوات النشاط:

- **نعد جهاز حوض المويجات للعمل، ثم نجعل طرفا النقار يمس سطح الماء في الحوض.**
- **عند اشتغال الهزاز نشاهد طراز التداخل عند سطح الماء نتيجة تراكب الموجات الناتجة عن اهتزاز المصدرين النقطيين المتماثلين (S_1, S_2) (لاحظ الشكل).**

الاستنتاج: ومن مشاهدتنا للتداخل الحاصل للموجات عند سطح الماء يتضح لنا ان هناك نوعين من التداخل هما:



1. **تداخل بناء: وهو ناتج من اتحاد (تداخل) موجتين لهما نفس السعة والطور عند نقطة معينة لتقوي احداهما الاخرى فتكون سعة الموجة الناتجة مساوية لضعف سعة أي من الموجتين الاصليتين. وهذا التداخل ناتج من تراكب قمتين او قعرين لموجتين ينتج عنهما تقوية.**



2. **تداخل اتلاف: وهو ناتج من اتحاد (تداخل) موجتين لهما نفس السعة ومتعاكستين بالطور عند نقطة معينة، فان تأثير احداهما يمحو تأثير الاخرى، أي ان سعة الموجة الناتجة تساوي صفر، وهذا التداخل ناتج من تراكب قمة موجة مع قعر موجة اخرى.**

حساب فرق المسار البصري $(\Delta\ell)$

س/ ما المقصود بـ المسار البصري؟

ج/ المسار البصري: هو الإزاحة التي يقطعها الضوء في الفراغ بالزمن نفسه الذي يقطعه في الوسط المادي الشفاف.

س/ ما العلاقة التي تربط بين فرق الطور بين الموجتين وفرق المسار البصري بينهما؟

ج/ ان فرق الطور (Φ) بين الموجتين الواصلتين الى النقطة (P) يحدده فرق المسار البصري $(\Delta\ell)$ بين تلك الموجتين على وفق العلاقة الاتية:

$$\Phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta\ell$$

حيث $\Delta\ell$: تمثل فرق المسار البصري بين الموجتين.

Φ : تمثل فرق الطور بين الموجتين.

λ: الطول الموجي

ملاحظة

لحساب فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين تنبعثان بطور واحد عن المصدرين (S_1, S_2) والواصلتين إلى النقطة (P) نستخدم العلاقة الاتية:

$$\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$$

$\Delta\ell$: **تمثل فرق المسار البصري بين الموجتين .**

ℓ_1: **طول المسار البصري للموجات المنبعثة من المصدر (S_1) والواصلة إلى النقطة (P).**

ℓ_2 : **طول المسار البصري للموجات المنبعثة من المصدر (S_2) والواصلة إلى النقطة (P).**

س/ كيف يمكن حساب فرق المسار البصري بين الموجتين الضوئيتين بعد معرفة نوع التداخل الحاصل بينهما عند النقطة (P)؟

ج/1. فلو كان طول المسار البصري $(\ell_1 = 2\frac{1}{4}\lambda)$ للموجات المنبعثة من المصدر (S_1) والواصلة الى النقطة (P) وطول المسار البصري $(\ell_2 = 3\frac{1}{4}\lambda)$ للموجات المنبعثة من المصدر (S_2) والواصلة الى النقطة (P)، فان فرق المسار البصري للموجتين $(\Delta\ell)$ يكون:

$$\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1 = 3\frac{1}{4}\lambda - 2\frac{1}{4}\lambda = \lambda \Rightarrow \quad \Delta\ell = \lambda$$

اي إن الموجتين المنبعثتين من المصدرين (S_1, S_2) تصلان النقطة (P) في اللحظة نفسها، وتكونان متوافقتين بالطور وعندئذ يحصل بينهما تداخل بناء عند النقطة (P) عندما يكون فرق الطور (Φ) بينهما يساوي صفرا او اعدادا زوجية من $(\pi\ rad)$ اي ان:

$$\Phi = 0\,, 2\pi\,, 4\pi\,, 6\pi\,, \ldots rad$$

وهذا يعني ان فرق المسار البصري $(\Delta\ell)$ يساوي صفرا او اعدادا صحيحة من طول الموجة:

$$\Delta\ell = 0\,, 1\lambda\,, 2\lambda\,, 3\lambda\,, 4\lambda\,, \ldots$$

شرط التداخل البناء

$$\Delta\ell = m\lambda \qquad m = 0\,, 1\,, 2\,, 3\,, 4\,, \ldots.$$

2. فلو كان طول المسار البصري $(\ell_1 = 1\lambda)$ للموجات المنبعثة من المصدر (S_1) والواصلة الى النقطة (P) وطول المسار البصري $(\ell_2 = 1\frac{1}{2}\lambda)$ للموجات المنبعثة من المصدر (S_2) والواصلة الى النقطة (P)، فان فرق المسار البصري للموجتين $(\Delta\ell)$ يكون:

$$\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1 = 1\frac{1}{2}\lambda - 1\lambda = \frac{1}{2}\lambda \Rightarrow \quad \Delta\ell = \frac{1}{2}\lambda$$

اي إن الموجتين المنبعثتين من المصدرين (S_1, S_2) تصلان النقطة (P) في اللحظة نفسها، وتتعاكسان بالطور وعندئذ يحصل بينهما تداخل اتلاف عند النقطة (P) عندما يكون فرق الطور (Φ) بينهما يساوي اعدادا فردية من $(\pi\ rad)$ اي ان:

$$\Phi = 1\pi\,, 3\pi\,, 5\pi\,, 7\pi\,, \ldots rad$$

وهذا يعني ان فرق المسار البصري $(\Delta\ell)$ بينهما في حالة حصول تداخل اتلاف يساوي اعدادا فردية من نصف طول الموجة :-

$$\Delta\ell = \frac{1}{2}\lambda\,, \frac{3}{2}\lambda\,, \frac{5}{2}\lambda\,, \ldots$$

شرط التداخل الاتلاف

$$\Delta\ell = (m + \tfrac{1}{2})\,\lambda \qquad m = 0\,, 1\,, 2\,, 3\,, \ \ldots.$$

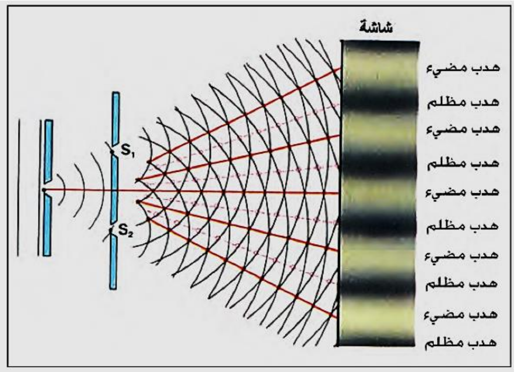
تجربة شقي يونك (تجربة الشق المزدوج)

س/ د2خ 2014/ ما الغرض من تجربة يونك ؟ (ماذا استنتج العالم يونك من خلال تجربته)

ج/ من خلال تجربته استطاع : (1) اثبات أن للضوء طبيعة موجية.

(2) حساب الطول الموجي المستعمل في التجربة.

س/ أشرح تجربة يونك في أثبات ظاهرة تداخل الضوء ؟



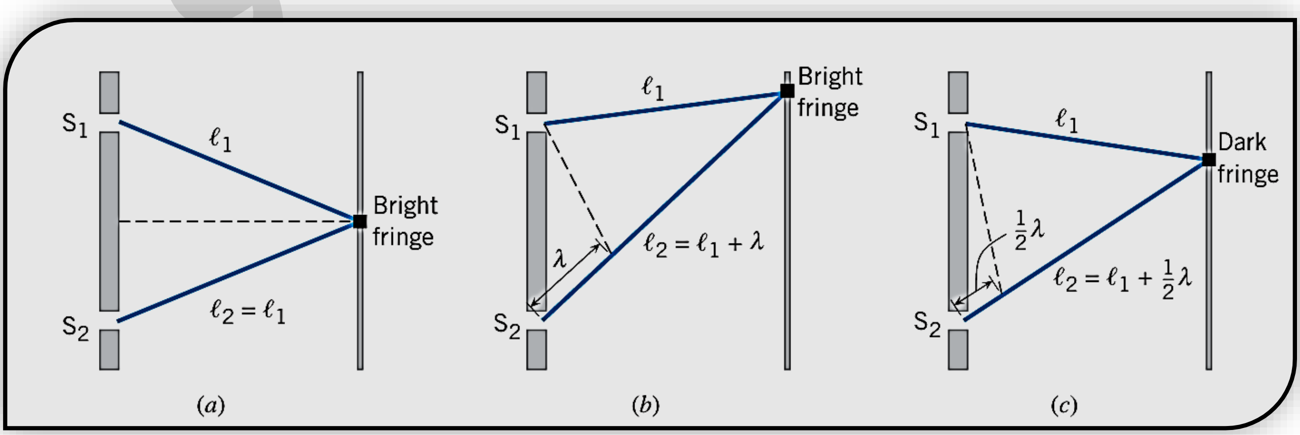
ج/ استعمل يونك في تجربته حاجزا ذا شق ضيق ووضع امامه حاجزا يحتوي على شقين متماثلين ضيقين يسميان بالشق المزدوج يقعان على بعدين متساويين عن شق الحاجز الأول. ثم وضع على بعد بضعة أمتار منهما شاشة. وعند أضاءة شق الحاجز الأول بضوء احادي اللون ظهرت على الشاشة مناطق مضيئة ومناطق مظلمة على التعاقب سميت بأهداب التداخل.

س/ وضح كيف تفسر ظهور الاهداب المضيئة والاهداب المظلمة في تجربة يونك؟

ج/ أن سبب تكون الاهداب المضيئة والمظلمة هو حصول تداخل موجات الضوء تداخلا بناءا او اتلافيا. حيث عند اضاءة الشقين (S_1, S_2) بضوء احادي اللون الصادر من الشق الاول. فأن الشقين يعملان على تجزئة جبهة موجة الضوء الى موجتين متشاكهتين تصدران بـ آن واحد وفرق الطور بينهما ثابتا دائما (وهذا هو الشرط الاساسي لحصول التداخل). وان نوع التداخل في اية نقطة يعتمد على الفرق بين طول مساريهما البصريين للوصول إلى تلك النقطة .

الاهداب المضيئة: تحصل عندما يكون فرق المسار البصري بين الموجتين يساوي صفرا او أعدادا صحيحة من طول الموجة في نقطة معينة ستكون تلك النقطة مضيئة.

الاهداب المظلمة: تحصل عندما يكون فرق المسار البصري بين الموجتين يساوي أعدادا فردية من نصف طول الموجة في نقطة معينة ستكون تلك النقطة مظلمة.



أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س/ د1 2015/ علام يعتمد نوع التداخل في تجربة شقي يونك؟ (ما العامل الذي يحدد نوع التداخل بين الموجات الضوئية)

ج/ فرق الطور بين الموجات المتداخلة او فرق المسار البصري.

س/د3 2013 ، ت 2016/ علل/ ظهور هدب مضيئة وهدب مظلمة في تجربة شقي يونك ؟

ج/ بسبب ظاهرة حيود وتداخل موجات الضوء معا.

س/ ما هو سبب حصول فرق في الطور في تجربة يونك ؟

ج/ بسبب وجود فرق في المسارات البصرية للموجتين المتداخلتين والواصلتين لنقطة معينة.

س/ أكتب معادلة التداخل البناء والاتلافي في تجربة يونك؟ (اين تكون مواقع الهدب المضيئة والهدب المظلمة عن الشاشة)

ج/ بما أن البعد بين الشقين (d) صغير جدا مقارنة ببعدهما عن الشاشة (L) (اي ان: $d \ll L$) لذا فان فرق المسار البصري بين الشعاعين الصادرين من الشقين (S_1, S_2) يعطى بالعلاقة الآتية:

فرق المسار البصري $= d \sin \theta$

$\therefore\ \Delta\ell = d \sin\theta$

من شرط التداخل البناء

$\Delta\ell = m\lambda \qquad m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \ldots$

شرط التداخل البناء للحصول على اهداب مضيئة

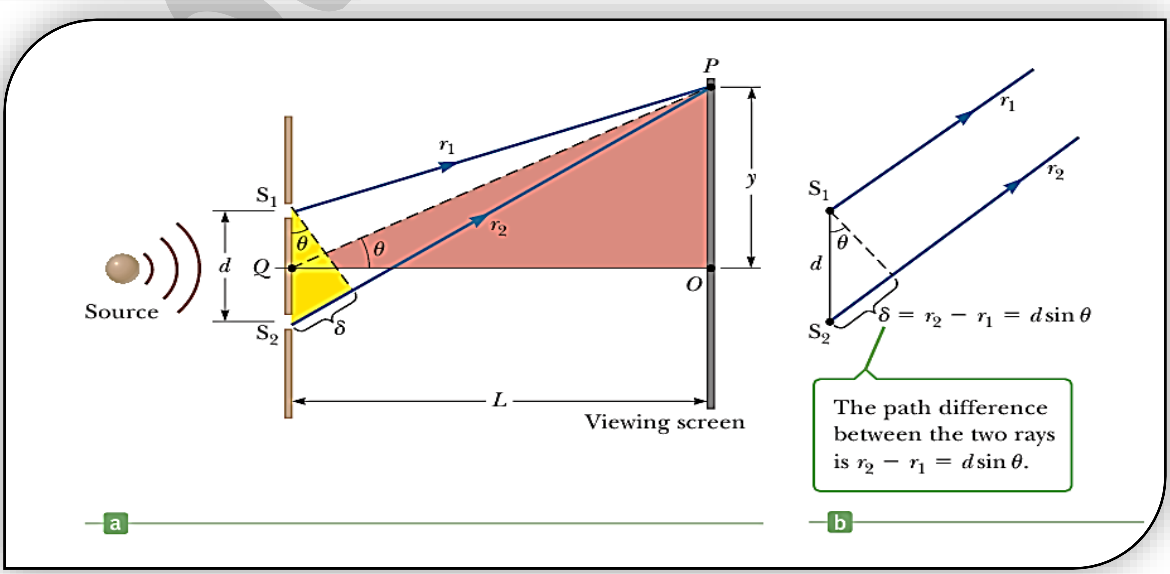
$$d \sin \theta = m\lambda$$

من شرط التداخل الاتلافي

$\Delta\ell = (m + \frac{1}{2})\lambda \qquad m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \ldots$

شرط التداخل الاتلافي للحصول على اهداب مظلمة

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$$



س/ وضح كيف يتم تعيين مواقع الهدب المضيئة والهدب المظلمة عن مركز (O)؟

س/ اين تكون مواقع الهدب المضيئة والهدب المظلمة عن الشاشة؟

- **يتم حساب بعد مركز الهدب المضيء او المظلم عن مركز الهدب المركزي المضيء (y) على وفق العلاقة الآتية:**

$$\tan\theta = \frac{y}{L}$$

θ : **تمثل زاوية الحيود.**

y : **يمثل بعد مركز الهدب المضيء او المظلم عن مركز الهدب المركزي المضيء.**

L : **يمثل بعد الشاشة عن حاجز الشقين.**

- **لكون زاوية الحيود (θ) صغيرة فأن:**

$$\tan\theta \cong \sin\theta \quad \Rightarrow \quad y = L\tan\theta \cong L\sin\theta$$

- **لذلك يمكن تعيين مواقع الهدب المضيئة والهدب المظلمة عن مركز (O) كما يأتي:**

للهُدب المضيئة

$$y_m = \frac{\lambda L}{d} m \quad , \quad m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \ldots$$

للهُدب المظلمة

$$y_m = \frac{\lambda L}{d}\left(m + \frac{1}{2}\right) \quad , \quad m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \ldots$$

س/ وضح كيف يتم حساب الفواصل بين الهدب المتجاورة (المضيئة والمظلمة) ؟

س/ اشتق علاقة لحساب فاصلة الهدب (Δy)؟

ج/ الفواصل بين الهدب المتجاورة (المضيئة والمظلمة) تسمى فاصلة الهدب (Δy) وتعطى بالعلاقة الآتية:

$$\Delta y = y_{m+1} - y_m = \frac{(m+1)\,\lambda L}{d} - \frac{m\,\lambda L}{d} = \frac{\lambda L}{d}$$

$$\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$$

Δy : **تمثل فاصلة الهدب او البعد بين هدب التداخل او البعد بين هدبين متتاليين (مضيئين او مظلمين).**

س/ د1خارج 2014/ علام تعتمد فاصلة الهدب (Δy) (البعد بين هدبين متتاليين) في تجربة يونك؟

ج/ تعتمد على:

1. **الطول الموجي للضوء الاحادي اللون المستعمل (علاقة طردية).**
2. **بعد الشاشة عن حاجز الشقين (علاقة طردية).**
3. **البعد بين الشقين (علاقة عكسية).**

انتباه!!

1. يزداد مقدار فاصلة الهدب (Δy) عندما يزداد بعد الشقين عن الشاشة (L).
2. يزداد مقدار فاصلة الهدب (Δy) إذا قل البعد بين الشقين (d).
3. يزداد مقدار فاصلة الهدب (Δy) عند ازدياد الطول الموجي للضوء الاحادي المستعمل في تجربة يونك.

س/ د1ن 2015/ إذا استعمل ضوء ابيض في تجربة يونك، فكيف يظهر لون الهداب المركزي المضيء؟

ج/ يظهر الهدب المركزي بلون ابيض وعلى كل من جانبيه تظهر اطياف مستمرة للضوء الابيض يتدرج كل طيف من اللون البنفسجي إلى اللون الاحمر.

س/ ماذا يحصل لو استعمل ضوء احمر (ضوء احادي اللون) في تجربة يونك؟

ج/ يظهر الهدب المركزي مضيء باللون الاحمر وبشدة عالية وعلى كل من جانبيه تظهر أهداب مظلمة ومضيئة وتكون الاهداب المضيئة بنفس اللون الساقط (اللون الاحمر).

س/ ماذا يحصل لو استعمل ضوء مركب (ضوء غير احادي اللون) في تجربة يونك؟

ج/ يظهر الهدب المركزي مضيء بنفس لون الضوء المركب وعلى كل من جانبيه تظهر أهداب ملونة مرتبة حسب الاطوال الموجية حيث تكون أقربها للهدب المركزي أقصرها موجة واما الالوان البعيدة عن الهدب المركزي تكون اطولها موجة.

س/ت 2015/ هل تظهر اهداب مضيئة ومظلمة في تجربة شقي يونك إذا كان المصدرين الضوئيين غير متشاكهين؟ ولماذا؟

س/ د1 2014/ هل يمكن للضوء الصادر عن المصادر الغير متشاكهة ان يتداخل؟ ولماذا؟

ج/ يحصل التداخل البناء والإتلافي بالتعاقب وبسرعة كبيرة جدا لا تدركهما العين، لان كلا من المصدرين يبعث موجات بأطوار عشوائية متغيرة بسرعة فائقة جدا فلا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في اية نقطة من نقاط الوسط، لذا تشاهد العين إضاءة مستمرة بسبب صفة دوام الابصار. وفي هذه الحالة لا تظهر اهداب مضيئة ومظلمة.

س/ لماذا يكون الهدب المركزي مضيء دائما؟

ج/ لان فرق المسار البصري بين الموجتين الصادرتين من الشقين يساوي صفر فيحصل تداخل بناء.

س/ علام يدل تكون هُدب ملونة في تجربة شقي يونك؟

ج/ يدل على ان الضوء الساقط على الشقين هو اما ضوءا مركبا او ضوء ابيض.

س/ ماذا يحصل للمسافات بين هدب التداخل في تجربة شقي يونك عند زيادة البعد بين الشاشة وحاجز الشقين؟ وضح ذلك.

ج/ تزداد المسافة بين هدب التداخل عند زيادة البعد بين الشاشة وحاجز الشقين لان العلاقة بينهما طردية.

س/د2ن 2015/ ما التغير الذي يحصل في فاصلة الهدب في تجربة شقي يونك عندما يقل البعد بين الشقين؟ وضح ذلك.

ج/ يزداد مقدار فاصلة الهدب (يزداد التباعد بين هدب التداخل) عندما يقل البعد بين الشقين. لان مقدار فاصلة الهدب تتناسب عكسيا مع البعد بين الشقين.

س/ لماذا عند استعمال الضوء احمر في تجربة شقي يونك تشاهد ان المسافات بين هدب التداخل أكبر مما هي عليه في حال استعمال الضوء الازرق؟

ج/ لكون المسافات بين هدب التداخل (فاصلة الهدب (Δy)) تتناسب طرديا مع الطول الموجي. وأن الطول الموجي للضوء الاحمر أكبر من الطول الموجي للضوء الازرق. لذلك تظهر فاصلة الهدب في حال استعمال الضوء الاحمر أكبر من فاصلة الهدب في حالة استعمال الضوء الازرق.

التداخل في الاغشية الرقيقة

س/ د1 2015/ تلون بقع الزيت الطافية على سطح الماء بألوان زاهية؟

س/ لماذا نشاهد فقاعات الصابون ملونة بألوان الطيف الشمسي؟

ج/ وذلك بسبب التداخل بين موجات الضوء الابيض المنعكسة عن السطح الامامي والسطح الخلفي للغشاء الرقيق.

س/ د2 2013 ، د2خ 2014/ على ماذا يعتمد (يتوقف) التداخل في الاغشية الرقيقة؟

ج/ يتوقف على عاملين هما:

1. سمك الغشاء: إذ إن الموجات المنعكسة عن السطح الخلفي تقطع مسارا بصريا أكبر من الذي تقطعه الموجات المنعكسة عن السطح الامامي بمقدار يساوي ضعف سمك الغشاء. (الموجات المنعكسة لا تعاني انقلاب بالطور).
2. انقلاب الطور: الموجات المنعكسة عن السطح الامامي يحصل لها انقلابا في الطور مقداره (π rad).

س/ لماذا تعاني الموجات الضوئية المنعكسة عن السطح الامامي للأغشية الرقيقة انقلابا بالطور مقداره (π rad)؟

ج/ لان كل موجة تنعكس عن وسط معامل انكساره أكبر من معامل انكسار الوسط الذي قدمت منه يحصل لها انقلابا بالطور بمقدار (180^o).

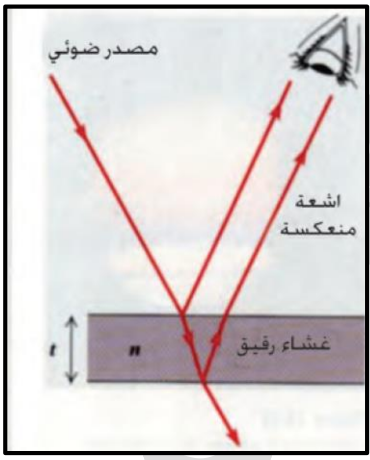
س/ لماذا لا تعاني الموجات الضوئية المنعكسة عن السطح الخلفي للأغشية الرقيقة انقلابا بالطور؟

ج/ لان موجات الضوء التي تنفذ من الغشاء تعاني انكسارا. وعند انعكاسها عن السطح الخلفي تنعكس عن وسط معامل انكساره اقل من معامل انكسار الوسط الذي قدمت منه لذلك لا تعاني انقلاب في الطور. بل تقطع زيادة على ذلك مسارا بصريا يساوي ضعف السمك البصري للغشاء ($2nt$).

س/ت 2014/ماذا يحصل للضوء الساقط على غشاء رقيق (مثل غشاء فقاعة الصابون)؟

ج/ أن الموجات الضوئية الساقطة على الغشاء:

1. ينعكس قسما منها عن السطح الامامي للغشاء وتعاني انقلابا في الطور مقداره (π rad). لان كل موجة تنعكس عن وسط معامل انكساره أكبر من الوسط الذي قدمت منه يحصل لها انقلابا في الطور بمقدار (180^o).
2. اما القسم الاخر من الضوء فان موجاته تنفذ في الغشاء وتعاني انكسارا، وعند انعكاسها عن السطح الخلفي للغشاء (الذي سمكه t) لا تعاني انقلابا في الطور، بل تقطع مسارا بصريا اطول من المسار البصري الاول بمقدار يساوي ضعف السمك البصري للغشاء ($2nt$). فيحصل تداخل بين الموجتين المتعاكستين عن السطح الامامي والسطح الخلفي وحسب مقدار فرق الطور فتتكون الهدب.





س/ما هو شرط حصول على التداخل البناء والتداخل الاتلافي في الاغشية الرقيقة؟

ج/ 1. **التداخل بناء:** يحصل عندما يكون السمك البصري للغشاء (nt) مساويا للأعداد الفردية لربع طول موجة الضوء الاحادي الساقط $(1\times\frac{1}{4}\lambda, 3\times\frac{1}{4}\lambda, 5\times\frac{1}{4}\lambda, \dots)$. يعطى العلاقة الاتية:

$$nt = 1\times\frac{1}{4}\lambda\ ,\ 3\times\frac{1}{4}\lambda\ ,\ 5\times\frac{1}{4}\lambda, ..$$

$$2nt = 2\times\frac{1}{4}\lambda\ ,\ 6\times\frac{1}{4}\lambda\ ,\ 10\times\frac{1}{4}\lambda, ..$$

$$\Delta\ell = 2nt + \frac{1}{2}\lambda = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$$

يظهر الغشاء مضاء بلون الضوء الساقط (تداخل بناء)

2. **التداخل الاتلافي:** يحصل عندما السمك البصري للغشاء (nt) مساويا للأعداد الزوجية لربع طول موجة الضوء الاحادي الساقط $(0, 2\times\frac{1}{4}\lambda, 4\times\frac{1}{4}\lambda, 6\times\frac{1}{4}\lambda, \dots)$. يعطى وفق العلاقة الاتية:

$$nt = 0\ ,\ \frac{2}{4}\lambda\ ,\ \frac{4}{4}\lambda\ ,\ \frac{6}{4}\lambda, \dots$$

$$2nt = 0\ ,\ \frac{2}{2}\lambda\ ,\ \frac{4}{2}\lambda\ ,\ \frac{6}{2}\lambda, \dots$$

$$\Delta\ell = 2nt + \frac{1}{2}\lambda = \frac{1}{2}\lambda\ ,\ \frac{3}{2}\lambda\ ,\ \frac{5}{2}\lambda, \dots$$

يظهر الغشاء مظلما (تداخل أتلافي)

س/د1خارج 2015/ ما نوع التداخل في الاغشية الرقيقة اذا كان سمك الغشاء البصري $(\frac{3}{4}\lambda, \frac{1}{2}\lambda)$ ؟

ج/ (1) إذا كان سمك الغشاء البصري $(\frac{1}{2}\lambda)$ يحصل تداخل اتلافي.

(2) إذا كان سمك الغشاء البصري $(\frac{3}{4}\lambda)$ يحصل تداخل بناء.

تذكرا!! أن طول موجة الضوء λ_n في وسط ما معامل انكساره (n) يعطى:

$$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

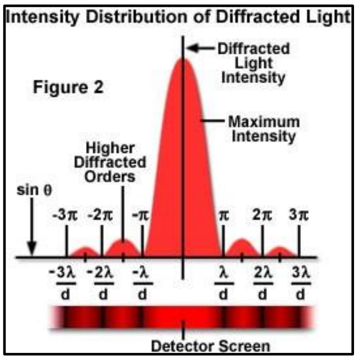
أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

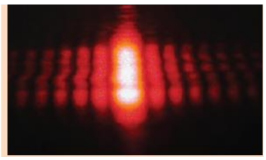
حيود موجات الضوء (الشق المنفرد)

حيود الضوء: هو ظاهرة انعطاف الضوء حول حافات الحواجز الحادة التي تعترضه، وانتشاره قليلا في مناطق ظلالها الهندسية. او هو انتشار الضوء وانبساطه على المنطقة التي تقع خلف العائق وتحصل هذه الظاهرة عند سقوط الضوء على شق ضيق جدا او طرف مدبب.

س/ ما سبب ظهور حزم مضيئة ومظلمة بالتعاقب عند النظر الى ضوء الشمس من خلال تقريب رموش العين؟
س/ ما سبب ظهور حزم مضيئة ومظلمة بالتعاقب عند النظر مصباح مضيء من خلال اصبعين متقاربين؟
ج/ نتيجة حيود الحيود وتداخله.



س/ ت 2013 ، د1خارج 2015 ، د2 2015/ اشرح نشاط توضح فيه ظاهرة حيود الضوء؟
ج/ **أدوات النشاط:** لوح زجاج، دبوس، دهان اسود، مصدر ضوئي احادي اللون.



خطوات النشاط:
(1) ادهن لوح الزجاج بالدهان الأسود.
(2) اعمل شقا رفيعا في لوح الزجاج باستعمال رأس الدبوس.
(3) انظر من خلال الشق إلى المصدر الضوئي ستلاحظ مناطق مضيئة تتخللها مناطق معتمة وان المنطقة الوسطى عريضة وشديدة الإضاءة وان الهدب المضيئة تقل شدتها ويتناقص عرضها بالتدريج عند الابتعاد عن الهداب المركزي المضيء.

الاستنتاج: نستنتج ظهور مناطق مضيئة ومظلمة على جانبي الفتحة تدل على ان الضوء يحيد عن مساره.

س/ د3 2015/ ما هو شرط حصول على الهدب المضيئة والهدب المظلمة لنمط الحيود باستعمال شق ضيق منفرد؟
ج/ ➢ **الهدب المضيئة:** إذا كان عرض الشق (ℓ) وزاوية الحيود (θ) فأن:

الشرط اللازم للحصول على هدب مضيء	$\ell.\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\,\lambda \;,\; m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, ...$

➢ **الهدب المظلمة:** إذا كان عرض الشق (ℓ) وزاوية الحيود (θ) فأن:

الشرط اللازم للحصول على هدب مظلم	$\ell.\sin\theta = m\lambda \;,\; m = 0, \pm1, \pm2, \pm3, ...$

س/ د1 2014/ ماذا يحصل في عرض المنطقة المركزية المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عندما نجعل عرض الشق يضيق أكثر. وضح ذلك
ج/ يزداد عرض الهدب المركزي المضيء ويكون اقل شدة على وفق العلاقة التالية:

$$\ell.\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\,\lambda \;\Rightarrow\; \ell \propto \frac{1}{\sin\theta}$$

س/ د3 2015/ ما شرط الحصول على الهدب المظلمة والهدب المضيئة في تجربة الشق الواحد؟

محزز الحيود

س/ ما المقصود بمحزز الحيود؟ وما الفائدة العملية منه؟

ج/ **محزز الحيود:** هو أداة مفيدة في دراسة الاطياف وتحليل مصادر الضوء اذ يتألف من عدد كبير من الحزوز المتوازية المتقاربة ذات الفواصل المتساوية على لوح زجاجي.

س/ كيف يتم تصنيع المحزز؟

ج/ يتم تصنيع المحزز عن طريق طبع حزوز على لوح زجاج في ماكنة تسطير بالغة الدقة، وان الفواصل بين الحزوز تكون شفافة اذ تعمل عمل شقوق منفصلة والحز يمثل منطقة مظلمة.

س/ ما المقصود بثابت المحزز (d) ؟

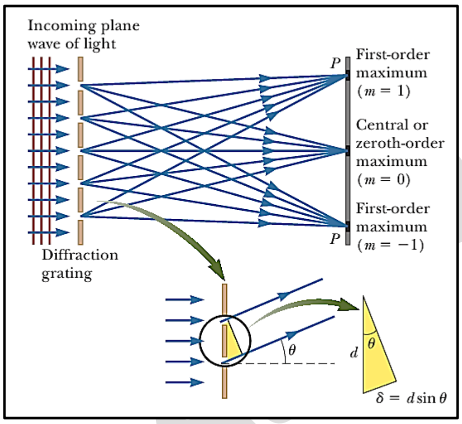
ج/ **ثابت المحزز (d) :** هو المسافة بين كل حزين متتاليين في المحزز ومقداره صغير جدا. ويحسب وفقا لما يأتي:

$$d = \frac{w}{N}$$

w : عرض المحزز، حيث $(w = 1cm)$.

N : عدد الحزوز. حيث يتراوح عدد الحزوز في السنتمتر الواحد من المحزز بين $(1000 - 10000) \frac{line}{cm}$. فلو كان عدد الحزوز $5000 \frac{line}{cm}$ مثلا فأن ثابت المحزز (d) يكون:

$$d = \frac{w}{N} = \frac{1cm}{5000} = 2 \times 10^{-4}\ cm$$



➢ ان مقدار فرق المسار البصري بين الشعاعين الصادرين من أي شقين متجاورين في محزز الحيود يساوي $(d \sin\theta)$.

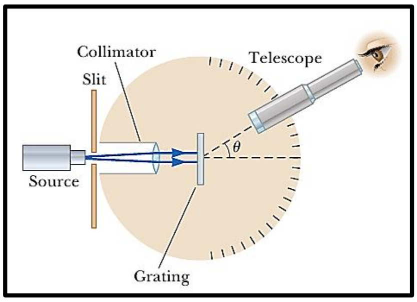
س/ متى تتكون الهدب مضيئة في محزز الحيود؟

ج/ عندما يكون فرق المسار البصري بين شعاعين الصادرين من أي شقين متجاورين في محزز الحيود يساوي طول موجة واحدة (λ) او اعداد صحيحة من طول الموجة $(m\lambda)$ فان الموجات تتداخل تداخل بناء وتظهر الهدب مضيئة على الشاشة. على وفق العلاقة الاتية:

شرط تكون هدب مضيئة

$$d \sin\theta = m\lambda \qquad m = +1, +2, +3, ...$$

- يمكن استعمال هذه العلاقة لحساب الطول الموجي لضوء احادي اللون باستعمال جهاز المطياف (spectrometer).



س/ علام تعتمد زاوية الحيود بالمحزز؟

ج/ تعتمد على: (1) الطول الموجي للضوء المستعمل (λ).
(2) ثابت المحزز (d).
(3) رقم المرتبة المضيئة (m).

➢ أن ظاهرة التداخل والحيود من الظواهر التي تثبت الطبيعة الموجية للضوء.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

أستقطاب الضوء

س/ ماهي الظاهرة التي تثبت الطبيعة الموجية للضوء؟

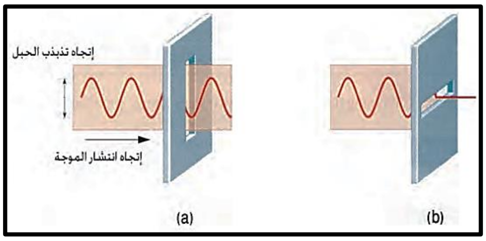
ج/ ظاهرة التداخل والحيود.

س/ ماهي الظاهرة التي تؤيد بأن الضوء موجات مستعرضة؟

ج/ ظاهرة الاستقطاب.

س/ اشرح تجربة (نشاط) توضح استقطاب الموجات؟

ج/ أدوات النشاط: حبل مثبت من أحد طرفيه بجدار، حاجز ذو شق.



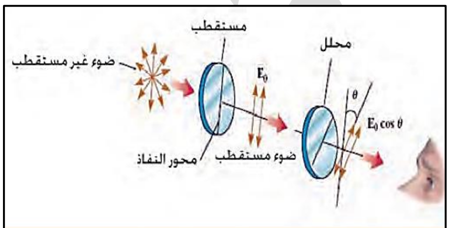
خطوات النشاط:

1. **نمرر الطرف السائب من الحبل عبر شق الحاجز. ونجعل الشق طوليا نحو الاعلى وعموديا مع الحبل.**
2. **نشد الحبل ثم ننتره لتوليد موجة مستعرضة منتقلة فيه. نشاهد ان الموجة المستعرضة قد مرت من خلال الشق (الشكل a).**
3. **نجعل الشق بوضع افقي ثم نشد الحبل وننتره، نشاهد ان الموجة المستعرضة المتولدة في الحبل لا يمكنها المرور من خلال الشق (الشكل b).**

الاستنتاج: يمكن التوصل إلى النتيجة نفسها مع موجات الضوء، إذا استعملنا شريحة من التورمالين وهي مادة شفافة تسمح بمرور موجات الضوء الذي يكون تذبذب مجاله الكهربائي بالاتجاه العمودي وتحجب موجات الضوء الذي يكون تذبذب مجاله الكهربائي بالاتجاه الافقي وذلك بامتصاصها داخليا.

س/ د2 2014/ اشرح نشاط توضح فيه استقطاب الموجات الضوئية مع الاستنتاج؟

ج/ أدوات النشاط: شريحتان من التورمالين، مصدر ضوئي.



الشكل (17) استقطاب موجات الضوء

خطوات النشاط:

1. **نأخذ شريحة من التورمالين ونضعها في طريق مصدر الضوء.**
2. **نقوم بتدوير الشريحة حول المحور المار من وسطها والعمودي عليها، نلاحظ عدم تغير شدة الضوء النافذة من شريحة التورمالين.**
3. **نضع شريحتين من التورمالين كما موضح في الشكل. نثبت احدى الشريحتين، وندور الشريحة الاخرى ببطء حول الحزمة الضوئية ونلاحظ تغير شدة الضوء النافذ عند تدوير الشريحة الثانية مع العلم لها التركيب نفسه.**

الاستنتاج:

1. **ظاهرة الاستقطاب (عملية الاستقطاب)**

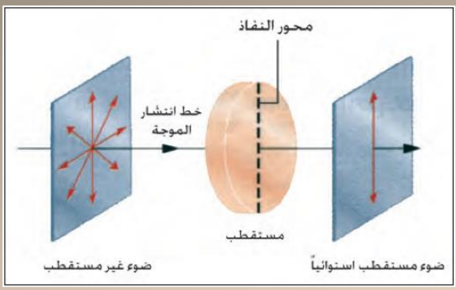
ان الضوء غير المستقطب هو موجات مستعرضة يهتز مجالها الكهربائي في الاتجاهات جميعها وبلورة التورمالين تترتب فيها الجزيئات بشكل سلسلة طويلة اذ لا يسمح بمرور الموجات الضوئية الا إذا كان مستوي اهتزاز مجالها الكهربائي عمودي على خط السلسلة بينما تقوم بامتصاص باقي الموجات وهذه العملية تسمى الاستقطاب (polarization) والموجات الضوئية تسمى موجات ضوئية مستقطبة.

2. **في حالة الضوء المستقطب يكون تذبذب المجال الكهربائي للموجات الكهرومغناطيسية باتجاه واحد، اما في حالة الضوء غير المستقطب فيكون تذبذب مجالها الكهربائي باتجاهات عشوائية وفي مستويات متوازية عمودية على خط انتشار الموجة.**

3. **تسمى الشريحة التي تقوم بهذه العملية بالمستقطب (polarizer) والشريحة الثانية بالمحلل (analyzer).**

ملاحظة !!

1. **المواد المستقطبة للضوء: هي المواد التي يمكن من خلالها الحصول على ضوء مستقطب من ضوء غير مستقطب مثل هذه المواد: (التورمالين ، الكوارتز ، الكالسايت).**
2. **يكون اتجاه محور النفاذ للمادة المستقطبة هو اتجاه استقطاب الضوء نفسه والمار خلال المادة.**

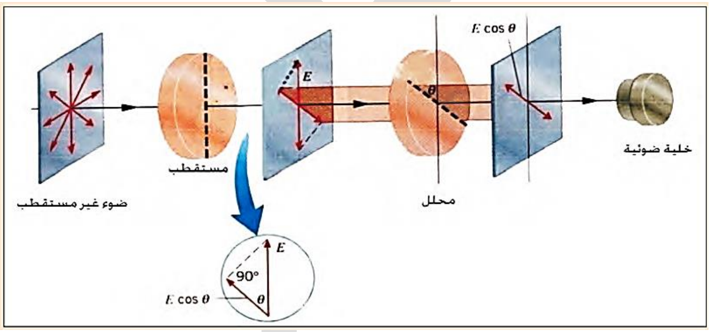


س/ د1خارج 2013/ اشرح نشاط توضح فيه تأثير المادة المستقطبة في شدة الضوء النافذ من خلالها؟

ج/ أدوات النشاط: مصدر ضوئي احادي اللون، شريحتان من مادة التورمالين.

خطوات النشاط:

1. **نضع المصدر الضوئي امام اللوح المستقطب ثم نضع اللوح الثاني المحلل خلفه، سنلاحظ تناقص شدة الضوء النافذ خلال اللوحين.**
2. **نقوم بتدوير اللوح المحلل حتى تنعدم شدة الضوء تماما.**



الاستنتاج:

1. **ان الضوء الاعتيادي النافذ من خلال اللوح المستقطب قد استقطب استوائيا وقلت شدته، وعند نفوذه من اللوح المحلل قلت شدته أكثر.**
2. **عند تدوير اللوح المحلل وعند وضع معين له سنلاحظ ان شدة الضوء تختفي تماما عند النظر من خلاله وهذا يدل على ان الضوء المستقطب قد حجبه المحلل بالكامل.**

س/ د2 2013/ ما المقصود بالضوء المستقطب؟

ج/ **الضوء المستقطب: هو الضوء الذي تهتز فيه المجالات الكهربائية للموجات الكهرومغناطيسية باتجاه واحد وبمستوى واحد فقط عمودي على خط انتشار الموجة.**

س/ ما المقصود بالضوء الغير المستقطب؟

ج/ **الضوء الغير المستقطب: هو الضوء الذي تهتز فيه المجالات الكهربائية للموجات الكهرومغناطيسية باتجاهات عشوائية وفي مستويات متوازية عمودية على خط انتشار الموجة.**

س/ ظاهرة الاستقطاب (عملية الاستقطاب)؟

ج/ **ظاهرة الاستقطاب: هي الظاهرة التي يقتصر فيها تذبذب المجال الكهربائي للضوء على مستوي واحد فقط عمودي على خط انتشار الضوء.**

او تعريف اخر لظاهرة الاستقطاب: ان الضوء غير المستقطب هو موجات مستعرضة يهتز مجالها الكهربائي في الاتجاهات جميعها وبلورة التورمالين تترتب فيها الجزيئات بشكل سلسلة طويلة اذ لا يسمح بمرور الموجات الضوئية الا إذا كان مستوي اهتزاز مجالها الكهربائي عمودي على خط السلسلة بينما تقوم بامتصاص باقي الموجات وهذه العملية تسمى الاستقطاب (polarization).

س/ ماذا يقال عن الحزمة الضوئية إذا كان فيها المجال الكهربائي يهتز عموديا على خط انتشارها:

1. بمستوي واحد. 2. بمستويات ذات اتجاهات مختلفة.

ج/ **1. حزمة ضوئية مستقطبة استقطابا استوائيا كليا. 2. حزمة ضوئية غير مستقطبة.**

س/ت 2015/ علل/ ضوء الشمس والمصابيح الاعتيادية هي ضوء غير مستقطب؟

ج/ **لان اهتزاز المجال الكهربائي لضوء الشمس والمصابيح يكون باتجاهات عشوائية وبمستويات متوازية عمودية على خط الانتشار.**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

طرائق الاستقطاب في الضوء

س/ كيف يمكن الحصول على حزمة ضوئية مستقطبة خطيا من حزمة ضوئية غير مستقطبة؟ وما التقنيات المستعملة لهذا الغرض؟

ج/ يمكن ذلك بوساطة ازالة معظم الموجات من الحزمة الضوئية (غير المستقطبة) ماعدا تلك التي يتذبذب مجالها الكهربائي في مستوي واحد منفرد.

وان التقنيات المستعملة للحصول على ضوء مستقطب هي استعمال مواد تنفذ الموجات التي تتذبذب مجالاتها الكهربائية في مستو موازي لاتجاه معين وهو المحور البصري وتمتص الموجات التي تتذبذب مجالاتها الكهربائية بالاتجاهات الاخرى.

س/ ماهي طرائق الاستقطاب في الضوء؟

ج/ 1. الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي .   2.استقطاب الضوء بالانعكاس.

1. الاستقطاب بالامتصاص الانتقائي

س/ ما المقصود بالمواد القطبية؟ وكيف تصنع هذه المواد؟

ج/ المواد القطبية: هي المواد التي تستقطب الضوء عن طريق الامتصاص الانتقائي.

- **وتصنع هنه المواد بهيئة الواح رقيقة ذات سلسلة هيدروكاربونية طويلة وتكون الألواح ممتدة خلال تصنيعها اذ تتراصف جزيئات السلسلة الطويلة لتكون محور بصري لنفاذ الضوء والتي يكون مجالها الكهربائي عموديا على محورها البصري.**

س/ ما المقصود بالمواد النشطة بصريا؟

ج/ هي المواد التي لها القابلية على تدوير مستوي الاستقطاب للضوء المستقطب عند مروره من خلالها بزاوية تسمى زاوية الدوران البصري. مثل (بلورة الكوارتز، سائل التربنتين، محلول السكر في الماء).

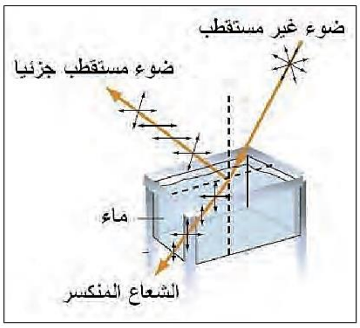
س/ د1 2013 ، د3 2014 ، ت 2016/علام تعتمد زاوية الدوران البصري في الاستقطاب بالامتصاص التلقائي (المواد النشطة بصريا)؟

ج/ تعتمد على: 1.نوع المادة.   2. سمكها.   3.تركيز المحلول.   4.طول موجة الضوء المار خلالها.

2. الاستقطاب الضوء بالانعكاس

س/ من هو العالم الذي اكتشف الاستقطاب بالانعكاس؟ وماذا كان اكتشافه؟

ج/ اكتشف العالم مالوس (Malus) انه عند سقوط الضوء على سطوح عاكسة كالمرايا المستوية او كسطح ماء في بحيرة، فإن الضوء المنعكس يكون مستقطبا جزئيا وفي مستوي موازي لمستوى السطح العاكس كما في الشكل. في حين يكون الضوء المنكسر في الوسط الثاني يكون في مستوى سقوط الأشعة.



أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س/ ت 2014/ علام تعتمد درجة الاستقطاب في الضوء بطريقة الانعكاس؟

ج/ تعتمد على زاوية السقوط. اذا كانت زاوية سقوط الضوء تساوي صفرا لا يحصل استقطاب وتزداد درجة الاستقطاب بزيادة زاوية السقوط حتى تصل الى استقطاب استوائي كلي عند زاوية معينة تسمى زاوية بروستر (θ_P) .

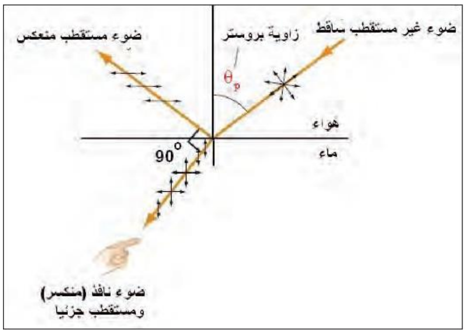
س/ د1 2014/ في حالة استقطاب الضوء بالانعكاس عند أي شروط:

1. لا يحصل استقطاب في الضوء. 2. يحصل استقطاب استوائي كلي. 3. يحصل استقطاب جزئي.

ج/ 1. عندما تكون زاوية سقوط الضوء تساوي صفر.

2. عندما تكون زاوية السقوط تساوي زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر).

3. عندما تكون زاوية السقوط اقل من زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر).



س/ ما المقصود بزاوية بروستر (زاوية الاستقطاب)؟ وماذا وجد عالم بروستر؟

ج/ زاوية بروستر (زاوية الاستقطاب) θ_P : هي زاوية سقوط الضوء الغير مستقطب على السطح العاكس. والتي يكون عندها الشعاع المنعكس مستقطبا استوائيا كليا، والشعاع المنكسر يكون مستقطبا جزئيا، وتكون الزاوية بين الشعاع المنعكس والشعاع المنكسر قائمة (90^0).

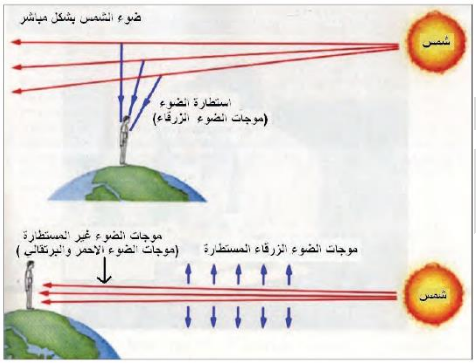
➢ **وجد العالم بروستر علاقة بين زاوية الاستقطاب (θ_P) ومعامل انكسار الوسط (n) على وفق العلاقة الآتية:**

$$\tan\theta_p = n$$

س/ علام تعتمد زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر)؟

ج/ تعتمد على معامل انكسار الوسط.

الاستطارة في الضوء



س/ ماهي الظاهرة التي تسبب تلون السماء؟

ج/ ظاهرة الاستطارة.

س/د1خا 2014/ ما سبب زرقة السماء عندما تكون الشمس فوق الافق نهارا؟ وضح ذلك.

ج/ سبب ذلك يعود الى ظاهرة الاستطارة في الضوء. وتفسير ذلك هو:

- **عند سقوط ضوء الشمس (الضوء المرئي) الذي تتراوح اطواله الموجية (λ) بين $(400nm - 700nm)$ على جزيئات الهواء التي اقطارها تبلغ (d) أذن $(d \leq \lambda)$ حيث وجد أن شدة الضوء المستطار يتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي أي مع $(\frac{1}{\lambda^4})$.**
- **فان الاطوال الموجية القصيرة من ضوء الشمس (الضوء الازرق) تستطار بمقدار أكبر من الأطوال الموجية الطويلة (الضوء الاحمر) لذلك عندما ننظر إلى السماء نحو الأعلى فإننا نراها زرقاء بسبب استطارة الضوء الأزرق.**

س/د1 2013/ ما سبب رؤية السماء زرقاء من على سطح الارض وبلا نجوم نهارا؟

ج/ من على سطح الارض يرى السماء زرقاء وبلا نجوم بسبب ظاهرة الاستطارة (تشتت الالوان) بسبب وجود الغلاف الجوي.

س/ د1ن 2015/ ما المقصود بظاهرة الاستطارة؟

ج/ ظاهرة الاستطارة: هي ظاهرة تشتت وحيود الضوء بواسطة جسيمات اقطارها تقارب معدل الطول الموجي لمكونات الضوء المرئي. حيث إذا امررت حزمة من الضوء الابيض خلال وسط يحوي جسيمات اقطارها تقارب معدل الطول الموجي للضوء الابيض. فأن جسيمات الوسط تسبب استطارة كبيرة للموجات القصيرة من الضوء المرئي فينبعث ضوء لونه مائل للزرقة بالاتجاه العمودي على أتجاه مسار الحزمة الساقطة. أما الاشعة النافذة باتجاه الحزمة الساقطة تكون مائلة للحمرة.

س/ عندما ننظر إلى السماء باتجاه الغرب وقت الغروب او باتجاه الشرق وقت الشروق فأننا نرى ألوان الضوء الاحمر والبرتقالي تلون الأفق عند غروب الشمس او في اثناء شروقها ما سبب ذلك .

ج/ وذلك بسبب قلة استطارة هذه الالوان وان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي.

س/ علام تعتمد شدة الاستطارة؟

ج/ تعتمد على الاس الرابع للطول الموجي (شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $(\frac{1}{\lambda^4})$.

س/د2ن 2015/ لماذا تستطار موجات الضوء القصيرة بنسبة أكبر من موجات الضوء الطويلة؟

ج/ لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $(\frac{1}{\lambda^4})$.

س/ أي من الأطوال الموجية للضوء الابيض يستطار بنسبة اكبر؟ ولماذا؟ وايهما يستطار بنسبة اقل؟ ولماذا؟

ج/ موجات الضوء الأزرق (قصيرة الطول الموجي) تكون أكبر استطارة.

موجات الضوء الاحمر (طويلة الطول الموجي) تكون اقل استطارة.

لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي للضوء المستعمل $(\frac{1}{\lambda^4})$.

س/ علل/ سبب تلون ريش بعض الطيور بألوان زاهية؟

ج/ نتيجة أستطارة الضوء وظهور ريشها للناظر بهذه الالوان التركيبية.

الجدول ادناه يبين مدى استطارة الضوء بواسطة جزيئات الهواء

اللون	بنفسجي	ازرق	أخضر	أصفر	برتقالي	احمر
الطول الموجي	0.40	0.48	0.52	0.58	0 60	0.70
العدد النسبي للموجات المستطارة	10	5	4	3	2	1

اسئلة للمراجعة

التداخل وتجربة يونك

س/ ماذا يحصل إذا كان فرق المسار بصري بين موجتين ضوئيتين متشاكهتين متراكبتين يساوي:

(1) أعداد صحيحة من طول موجة. (2) صفرا. (3) أعداد فردية من نصف طوله موجة؟

ج/ (1) تداخل بناء. (2) تداخل بناء. (3) تداخل اتلافي.

س/ ماذا يحصل إذا كان فرق الطور بين موجتين ضوئيتين متشاكهتين متراكبتين يساوي:

(1) صفرا. (2) π (3) 4π ؟

ج/ (1) تداخل بناء. (2) تداخل اتلافي . (3) تداخل بناء.

التداخل في الاغشية الرقيقة

س/ ما مقدار فرق الطور بين

(1) الموجات المنعكسة عن السطح الامامي لغشاء رقيق والموجات الساقطة عليه.

(2) الموجات الساقطة عن السطح الامامي لغشاء رقيق والموجات المنعكسة عن السطح الخلفي للغشاء.

ج/ (1) فرق الطور يساوي 180^0 او $\pi\ rad$ (2) فرق الطور يساوي 180^0 او $\pi\ rad$

محزز الحيود

س/ ما لون الهدب المركزي إذا سقط ضوء اصفر على محزز حيود؟

ج/لون اصفر.

س/ كيف تتغير زاوية الحيود لهداب مضيء رتبته معلومة مع كل من:

(1) الطول الموجي للضوء المستعمل خلال محزز معين.

(2) عدد حزوز المحزز عند استعمال ضوء ذي طول موجي معين.

ج/ 1. تزداد زاوية حيود الضوء مع ازدياد الطول الموجي للضوء المستعمل (زاوية الحيود تتناسب طرديا مع الطول الموجي للضوء المستعمل) وفقا للعلاقة: $(d \sin\theta = m\lambda)$ لذلك $(\sin\theta \propto \lambda)$.

2.بزيادة عدد حزوز المحزز تزداد زاوية الحيود (تناسب طردي) $(\sin\theta \propto N)$.

أستقطاب الضوء

س/ ما تأثير زاوية سقوط الضوء على السطح العاكس في درجة الاستقطاب؟

ج/ إذا كانت زاوية سقوط الضوء تساوي صفرا لا يحصل استقطاب وتزداد درجة الاستقطاب بزيادة زاوية السقوط حتى تصل الى استقطاب استوائي كلي عند زاوية معينة تسمى زاوية بروستر (θ_P) .

س/ علام يدل ان الضوء المنعكس من سطح زجاجي يكون (1) مستقطبا استوائيا جزئيا. (2) مستقطبا استوائيا كليا؟

ج/(1) سقوط الضوء مائلا بزاوية لا تساوي زاوية الاستقطاب. (2) الضوء ساقط بزاوية الاستقطاب (زاوية بروستر).

استطارة الضوء

س/ ما سبب زرقة السماء عندما تكون الشمس فوق الافق نهارا؟ وضح ذلك.

ج/ سبب ذلك يعود الى ظاهرة الاستطارة في الضوء.

- **لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $(\frac{1}{\lambda^4})$.**
- **الموجات القصيرة مثل (اللون الازرق) تكون شديدة استطارة.**
- **الموجات الطويلة مثل (اللون الاحمر) تكون قليلة استطارة.**

س/ عندما ننظر إلى السماء باتجاه الغرب وقت الغروب او باتجاه الشرق وقت الشروق فأننا نرى ألوان الضوء الاحمر والبرتقالي تلون الأفق عند غروب الشمس او في اثناء شروقها ما سبب ذلك.

ج/ سبب ذلك يعود الى ظاهرة الاستطارة في الضوء.

- **لان شدة الاستطارة تتناسب عكسيا مع الاس الرابع للطول الموجي $(\frac{1}{\lambda^4})$.**
- **الموجات القصيرة مثل (اللون الازرق) تكون شديدة استطارة.**
- **الموجات الطويلة مثل (اللون الاحمر) تكون قليلة استطارة.**

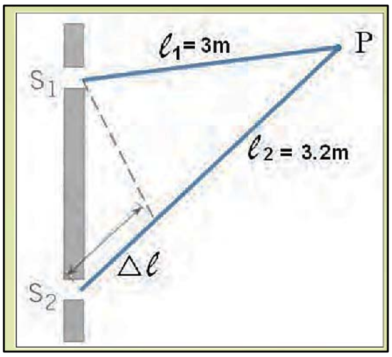
س/ اعط مثالا لضوء يستطار اكثير من مما يحيد واخر يحيد أكثر مما يستطار تحت نفس الظروف؟

ج/ الضوء الازرق يستطار أكثر مما يحيد، بينما الضوء الاحمر يحيد أكثر مما يستطار.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الخامس البصريات الفيزيائية

أمثلة الكتاب



س1/ في الشكل المجاور مصدران (S_1, S_2) متشاكهان يبعثان موجات ذات طول موجي $(\lambda = 0.1m)$ وتتداخل الموجات الصادرة عنها عند النقطة p في آن واحد. ما نوع التداخل الناتج عند هذه النقطة عندما تقطع احدى الموجتين مسارا بصريا قدره $(3.2m)$ والاخرى مسارا بصريا مقداره $(3m)$؛

سؤال اضافي // بالنسبة لهذا السؤال ماذا يحصل عندما؛

1. تقطع إحدى الموجتين مسارا بصريا مقداره $(3.2m)$ والأخرى تقطع مسارا بصريا مقداره $(3.05m)$.
2. تقطع احدى الموجتين مسارا بصريا مقداره $(3.2m)$ والأخرى تقطع مسارا بصريا مقداره $(2.95m)$.

$$\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1 = 3.2 - 3 = 0.2\text{m}$$

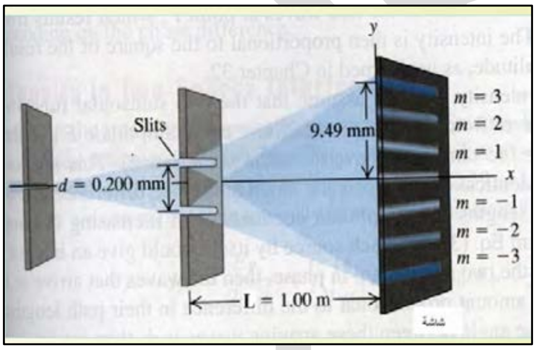
$$\Delta\ell = \left(m + \tfrac{1}{2}\right)\lambda$$ الاحتمال الأول

$$0.2 = \left(m + \tfrac{1}{2}\right)0.1 \rightarrow 2 = m + \tfrac{1}{2} \Rightarrow m = 1\tfrac{1}{2}$$

$$\Delta\ell = m\lambda$$ الاحتمال الثاني

$$0.2 = m \times 0.1 \rightarrow m = 2$$

هذا يحقق شرط التداخل البناء لانه قيم m هي اعداد صحيحة

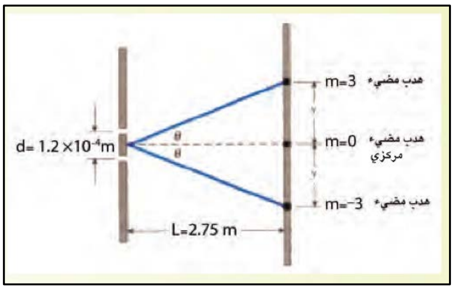


س2/د1 2015/ إذا كان البعد بين شقي تجربة يونك يساوي $(0.2mm)$ وبعد الشاشة عنهما يساوي $(1m)$، وكان البعد بين الهدب الثالث المضيء عن الهدب المركزي يساوي $(9.49mm)$، لاحظ الشكل. احسب طول موجة الضوء المستعمل في هذه التجربة؟

سؤال اضافي // هل ان الهدب المضيء الثالث $(m = -3)$ يعطي الطول الموجي نفسه؟

$$\lambda = \frac{y_m d}{mL} = \frac{9.49 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 0.2^{-3}}{3 \times 1} = 633 \times 10^{-9}\, m$$

$$\lambda = 633 \text{ nm}$$



س3/ في الشكل المجاور، استعمل ضوء احمر طوله الموجي $(\lambda = 664nm)$ **في تجربة يونك وكان البعد بين الشقين** $(d = 1.2 \times 10^{-4}m)$ **وبعد الشاشة عن الشقين** $(L = 2.75m)$ **. جد المسافة** (y) **على الشاشة بين الهدب المضيء ذي المرتبة الثالثة عن الهدب المركزي. علما ان:**
$(\tan 0.951^0 = 0.1656)$ ، $(\sin 0.951^0 = 0.0166)$

$$y_m = \frac{\lambda Lm}{d} = \frac{664\times10^{-9}\times2.75\times3}{1.2\times10^{-4}} = 0.0456\, m = 4.56\, cm$$

حل اخر

$$d\sin\theta = m\lambda \;\Rightarrow\; 1.2\times10^{-4}\times\sin\theta = 3\times664\times10^{-9}$$
$$\sin\theta = 0.0166 \;\Rightarrow\; \theta = 0.951^0$$
$$y = L\times\tan\theta = 2.75\times\tan 0.951 = 0.0456\text{ m} \Rightarrow y = 4.56\text{ cm}$$

س4/ ضوء احادي اللون من ليزر هيليوم - نيون طوله الموجي $(\lambda = 632.8nm)$ **يسقط عموديا على محزز حيود يحتوي السنتمتر الواحد منه على** (6000 line) **جد زوايا الحيود** (θ) **للمرتبة الأولى والثانية المضيئة.**
علما ان : $(\sin 21.3^0 = 0.3796)$ ، $(\sin 49^0 = 0.7592)$.

$$d = \frac{w}{N} = \frac{1\,cm}{6000} = 1.667\times10^{-4}\,cm$$

- *for* $m = 1$
  $d\sin\theta = m\lambda$
  $$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{1\times632.8\times10^{-7}\text{ cm}}{1.667\times10^{-4}\text{cm}} = 0.3796$$
  $\theta = 21.3^0$ تمثل زاوية حيود المرتبة الأولى المضيئة
- *for* $m = 2$
  $d\sin\theta = m\lambda$
  $$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{2\times632.8\times10^{-7}\text{ cm}}{1.667\times10^{-4}\text{cm}} = 0.7592$$
  $\theta = 49^0$ تمثل زاوية حيود المرتبة الثانية المضيئة

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س5/ د3 2015/ إذا كان البعد بين شقي تجربة يونك يساوي (0.22mm) **وبعد الشاشة عنهما يساوي** (1.1m)، **وكان البعد بين الهدب الرابع المضيء عن الهدب المركزي يساوي** (10mm). **احسب طول موجة الضوء المستعمل؟**

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
ماجستير فيزياء
07700735728

قوانين الفصل الخامس

تداخل بناء	تداخل اتلافي
التداخل بصورة عامة (حيث ان λ الطول الموجي الساقط)	
$\Delta\ell = d\sin\theta = m\lambda$ فرق المسار البصري $\Delta\ell$ = اعداد صحيحة من طول الموجة	$\Delta\ell = d\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$ فرق المسار البصري = اعداد فردية من نصف طول الموجة
$\Phi = 0, 2\pi, 4\pi, 6\pi, \ldots rad$ فرق الطور (Φ) = اعداد زوجية من $(\pi\ rad)$	$\Phi = 1\pi, 3\pi, 5\pi, 7\pi, \ldots rad$ فرق الطور (Φ) = اعداد فردية من $(\pi\ rad)$
التداخل في حالة وجود شقين (تجربة شقي يونك) حيث ان d المسافة بين الشقين) (L هي بعد الشاشة عن الشقين)	
$\Delta\ell = d\sin\theta = m\lambda$ $\Delta\ell = d\tan\theta = m\lambda$ $\Delta\ell = d\frac{y_m}{L} = m\lambda$ فرق المسار البصري = اعداد صحيحة من طول الموجة	$\Delta\ell = d\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$ $\Delta\ell = d\tan\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$ $\Delta\ell = d\frac{y_m}{L} = (m+\frac{1}{2})\lambda$ فرق المسار البصري = اعداد فردية من نصف طول الموجة
بعد الهدب المضيئ عن المركز $y_m = \frac{\lambda L}{d} m$	بعد الهدب المظلم عن المركز $y_m = \frac{\lambda L}{d}(m+\frac{1}{2})$
الفاصلة الهدب او الفاصلة بين هدبين مضيئين او مظلمين $\Delta y = \frac{\lambda L}{d}$	
التداخل في الاغشية الرقيقة	
$\Delta\ell = 2nt + \frac{1}{2}\lambda = \lambda, 2\lambda, 3\lambda$ فرق المسار البصري = اعداد صحيحة من طول الموجة	$\Delta\ell = 2nt + \frac{1}{2}\lambda = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda$ فرق المسار البصري = اعداد فردية من نصف طول الموجة
$nt = 1\times\frac{1}{4}\lambda, 3\times\frac{1}{4}\lambda, 5\times\frac{1}{4}\lambda$ سمك الغشاء = اعداد فردية من ارباع طول الموجة	$nt = 0, \frac{2}{4}\lambda, \frac{4}{4}\lambda, \frac{6}{4}\lambda$ سمك الغشاء = اعداد زوجية من ارباع طول الموجة
الحيود (في حالة الشق المنفرد) (حيث ان ℓ عرض الشق)	
$\ell.\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$	$\ell.\sin\theta = m\lambda$
محزز حيود	
$d\sin\theta = m\lambda$	$d\sin\theta = (m+\frac{1}{2})\lambda$
(d ثابت المحزز) (w عرض المحزز $(w = 1cm)$) (N : عدد الحزوز)	$d = \frac{w}{N}$
زاوية الاستقطاب (زاوية بروستر θ_p)، n : معامل الانكسار	$\tan\theta_p = n$
الزاوية الحرجة θ_C	$n = \frac{1}{\tan\theta_C}$
طول موجة الضوء λ_n في وسط ما معامل انكساره (n)	$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$
الاستطارة	شدة الاستطارة $\propto \frac{1}{\lambda^4}$

أسئلة الفصل الخامس

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- في حيود الضوء ، فإن شرط تكون الهدب المضيء الأول (غير المركزي) أن يكون عرض الشق مساويا الى:

(a) λ (b) $\frac{\lambda}{2\sin\theta}$ (c) $\frac{3\lambda}{2\sin\theta}$ (d) $\frac{\lambda}{2}$

الجواب: (c) عرض الشق = $\frac{3\lambda}{2\sin\theta}$

2- تعزى ألوان فقاعات الصابون الى ظاهرة:

(a) التداخل. (b) الحيود. (c) الاستقطاب. (d) الاستطارة.

الجواب: (a) التداخل.

3- سبب ظهور هدب مضيئة وهدب مظلمة في تجربة شقي يونك هو:

(a) حيود وتداخل موجات الضوء معا. (b) حيود موجات الضوء فقط.
(c) تداخل موجات الضوء فقط. (d) استعمال مصدرين ضوئيين غير متشاكهين.

الجواب: (a) حيود وتداخل موجات الضوء معا .

4- اذا سقط ضوء أخضر على محزز حيود فإن الهداب المركزي يظهر بلون:

(a) أصفر. (b) أحمر. (c) أخضر. (d) أبيض.

الجواب: (c) أخضر

5- تزداد زاوية حيود الضوء مع نقصان الطول الموجي:

(a) نقصان الطول الموجي للضوء المستعمل. (b) زيادة الطول الموجي للضوء.
(c) ثبوت الطول الموجي للضوء المستعمل. (d) كل الإحتمالات السابقة.

الجواب: (b) زيادة الطول الموجي للضوء.

6- اذا كان فرق المسار البصري بين موجتين ضوئيتين متشاكهتين متراكبتين يساوي أعدادا فردية من أنصاف الأطوال الموجية عندها يحصل:

(a) تداخل بناء. (b) أستطارة. (c) أستقطاب. (d) تداخل اتلاف.

الجواب: (d) تداخل اتلاف.

7- لتداخل موجات الضوء يجب أن يكون مصدراهما:
(a) متشاكهين. (b) غير متشاكهين. (c) مصدرين من الليزر. (d) جميع الاحتمالات السابقة.

الجواب: (a) متشاكهين.

8- في تجربة شقي يونك ، يحصل الهداب المضيء الأول على جانبي الهداب المركزي المضيء المتكون على الشاشة عندما يكون فرق المسار البصري مساويا الى:
(a) $\frac{1}{2}\lambda$ (b) λ (c) 2λ (d) 3λ

الجواب: (b) λ

9- نمط التداخل يتولد عندما يحصل:
(a)الانعكاس. (b) الانكسار. (c) الحيود. (d) الاستقطاب.

الجواب: (c) الحيود.

10- أغشية الزيت الرقيقة وغشاء فقاعة صابون الماء تبدو ملونة بألوان زاهية نتيجة الانعكاس و:
(a) الانكسار. (b) التداخل. (c) الحيود. (d) الاستقطاب.

الجواب: (b) التداخل.

11- الخاصية المميزة للطيف المتولد بوساطة محزز الحيود تكون:
(a) الخطوط المضيئة واضحة المعالم. (b) إنتشار الخطوط المضيئة.
(c) أنعدام الخطوط المضيئة. (d) انعدام الخطوط المظلمة.

الجواب: (a) الخطوط المضيئة واضحة المعالم.

12- حزمة الضوء غير المستقطبة: هي التي يكون تذبذب مجالاتها الكهربائية:
(a) مقتصرة على مستوى واحد. (b) تحصل في الاتجاهات جميعا.
(c) التي يمكنها المرور خلال اللوح القطيب. (d) تحصل في اتجاهات محددة.

الجواب: (b) تحصل في الاتجاهات جميعا.

13- (د2ت 2013 ، دم3 2015) الموجات الطولية لايمكنها إظهار:
(a) الانكسار. (b) الانعكاس. (c) الحيود. (d) الاستقطاب.

الجواب: (d) الاستقطاب.

14- تكون السماء زرقاء بسبب:

(a) جزيئات الهواء تكون زرقاء. (b) عدسة العين تكون زرقاء.

(c) إستطارة الضوء تكون أكثر مثالية للموجات قصيرة الطول الموجي.

(d) إستطارة الضوء تكون أكثر مثالية للموجات طويلة الطول الموجي.

الجواب: (c) إستطارة الضوء تكون أكثر مثالية للموجات قصيرة الطول الموجي.

15- عند اضاءة شقي يونك بضوء اخضر طوله الموجي $(5 \times 10^{-7}\text{m})$ وكان البعد بين الشقين (1 mm) وبعد الشاشة عن الشقين (2 m) ، فأن البعد بين مركزي هدابين مضيئين متتاليين في نمط التداخل المتكون على الشاشة يساوي:

(a) 0.1 mm (b) 0.25 mm

(c) 0.4 mm (d) 1 mm

الجواب: (d) 1 mm البعد بين مركزي هدابين مضيئين متتاليين.

(ت 2015 ، د1 2014) (د3 2015)

س2 هل يمكن للضوء الصادر عن المصادر غير المتشاكهة أن يتداخل ؟ وهل يوجد فارق بين المصادرالمتشاكهة والغير المتشاكهة ؟

الجواب: نعم يحصل التداخل البناء وتداخل الإتلاف ولكن بسرعة كبيرة جدا لاتدركها العين، لذا تشاهد العين إضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الإبصار. لأن كلا من المصدرين يبعث موجات بأطوار عشوائية متغيرة بسرعة فائقة جدا، فلا يمكن الحصول على فرق ثابت في الطور بين الموجات المتداخلة في أي نقطة من نقاط الوسط، وتشاهد العين ظهور إضاءة مستديمة بسبب صفة دوام الإبصار. وهذا هو الفارق الاساسي بين المصادر المتشاكهة والمصادر غير المتشاكهة.

المصادر المتشاكهة	المصادر الغير متشاكهة
1. نحصل منها على نمط تداخل (ظهور هدب مضيئة وهدب مظلمة).	1.لانحصل منها على نمط تداخل (لظهور اضاءة مستديمة).
2. يكون فرق الطور ثابت بين الموجات المنبعثة من المصدرين المتشاكهين.	2. يكون فرق الطور غير ثابت بين الموجات المنبعثة من المصدرين المتشاكهين.

س3 مصدران ضوئيان موضوعان الواحد جنب الآخر معا ، أسقطت موجات الضوء الصادر منهما على شاشة. لماذا لايظهر نمط التداخل من تراكب موجات الضوء الصادرة عنهما على الشاشة؟

الجواب: الضوء الصادر عن المصدرين الضوئيين يتألف من موجات عدة مختلفة الطول الموجي ، بأطوار عشوائية متغيرة، أي لا يوجد تشاكه بين المصدرين، فالضوء الصادر عن المصدرين لايحقق فرق طور ثابت بمرور الزمن، لذا من المحال مشاهدة طراز التداخل.

س4 **لو أجريت تجربة يونك تحت سطح الماء، كيف يكون تأثير ذلك على طراز التداخل ؟**

الجواب: سوف تقل الفواصل بين هدب التداخل لان طول موجة الضوء في الماء أقصر عما هي في الهواء على وفق العلاقة الآتية : $\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$ ، ولأن مواقع الحزم المضيئة والمظلمة تتناسب طرديا مع الطول الموجي (λ).

س5 (د3 2014) **ما الشرط الذي يتوافر في الفرق بطول المسار البصري بين موجتين متشاكهتين متداخلتين في حالة:**

(a) **التداخل البناء** (b) **التداخل الاتلافي**

الجواب: (1) **التداخل البناء :** يكون فرق المسار البصري بين الموجتين ($\Delta\ell = m\lambda$) مساويا الى صفر او لاعداد صحيحة من الاطوال الموجية حيث ان:

$$(m = 0 , 1 , 2 , 3 , \dots .) \quad , \quad (\Delta\ell = 0 , \lambda , 2\lambda , 3\lambda , \dots ..)$$

(2) **التداخل الاتلافي :** يكون فرق المسار البصري بين الموجتين ($\Delta\ell = (m + \frac{1}{2})\lambda$) مساويا الى لاعداد فردية حيث ان:

$$(m = 0 , 1 , 2 , 3 , \dots .) \ , \ (\Delta\ell = 1(\tfrac{1}{2}\lambda) , 3(\tfrac{1}{2}\lambda), 5(\tfrac{1}{2}\lambda), \dots ..)$$

س6 **خلال النهار ومن على سطح القمر يرى رائد الفضاء السماء سوداء ويتمكن من رؤية النجوم بوضوح، في حين خلال النهار ومن على سطح الارض يرى السماء زرقاء وبلا نجوم ما تفسير ذلك؟**

الجواب : (1) خلال النهار ومن على سطح القمر يرى رائد الفضاء السماء سوداء ويتمكن من رؤية النجوم بوضوح وذلك لعدم وجود غلاف جوي والجسيمات التي تسبب استطارة ضوء الشمس.

(2) في حين خلال النهار ومن على سطح الارض يرى السماء زرقاء وبلا نجوم بسبب حدوث ظاهرة الاستطارة (تشتت الالوان) سبب وجود الخلاف الجوي.

س7 (د1 2014) **ما التغير الذي يحصل في عرض المنطقة المركزية المضيئة لنمط الحيود من شق واحد عندما نجعل عرض الشق يضيق اكثر؟**

الجواب: يزداد عرض الهدب المركزي المضيء ويكون اقل شدة على وفق العلاقة:-

$$\ell . \sin\theta = m\lambda$$

$$\ell \propto \frac{1}{\sin\theta}$$

أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

مسائل الفصل الخامس

س1 **وضعت شاشة علي بعد** (4.5m) **من حاجز ذي شقين وأضيء الشقان بضوء أحادي اللون طول موجته في الهواء** $(\lambda = 490nm)$ **فكانت المسافة الفاصلة بين مركز الهداب المركزي المضيء ومركز الهداب ذي المرتبة** $(m = 1)$ **المضيء تساوي** (4.5cm) **. ما مقدار البعد بين الشقين ؟؟**

الحل

$\lambda = 490nm = 490 \times 10^{-9}m \quad , \; y_m = 4.5cm = 45 \times 10^{-3}cm$

$y_m = \frac{mL\lambda}{d} \; \Rightarrow d = \frac{mL\lambda}{y_m} = \frac{1\times4.5\times490\times10^{-9}}{45\times10^{-3}} = 490 \times 10^{-7}m$

س2 **ضوء أبيض تتوزع مركبات طيفه بوساطة محزز حيود . فإذا كان للمحزز** $(2000\frac{line}{cm})$ **ما قياس زاوية حيود المرتبة الأولى للضوء الأحمر ذي الطول الموجي** $(\lambda = 640nm)$**؟ اذا علمت ان:** $(\sin 7.5^0 = 0.128)$

الحل

$\lambda = 640nm = 640 \times 10^{-7}cm$

$d = \frac{W}{N} = \frac{1cm}{2000} = 5 \times 10^{-4}cm$

$d\sin\theta = m\lambda \quad \Rightarrow \quad \sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{1\times640\times10^{-7}}{5\times10^{-4}} = 0.128 \; \Rightarrow \; \theta = \sin^{-1}(0.128) = 7.35^o$

س3 **سقطت حزمة ضوئية على سطح عاكس بزوايا سقوط مختلفة القياس، وقد تبين ان الشعاع المنعكس أصبح مستقطبا كليا عندما كانت زاوية السقوط** 48^0 **إحسب معامل الإنكسار للوسط ؟ علما أن :** $(\tan 48^0 = 1.110)$

الحل

$n = \tan\theta_P = \tan 48^o = 1.11$

س4 ت 2015 **اذا كانت الزاوية الحرجة للاشعة الضوئية لمادة العقيق الازرق المحاطة بالهواء** (34.4^o)**. إحسب زاوية الاستقطاب للاشعة الضوئية لهذه المادة؟ علما أن :** $(\sin 34.4^0 = 0.565)$ ، $(\tan 60.5^0 = 1.77)$

الحل

$n = \frac{1}{\tan\theta_C} = \frac{1}{\tan 34.4^0} = \frac{1}{0.565} = 1.77$

$\tan\theta_P = n \; \Rightarrow \; \tan\theta_P = 1.77 \; \Rightarrow \; \theta_P = 60.5^o$

الفصل السادس

الفيزياء الحديثة

Modern Physics

أعداد الاستاذ

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل السادس الفيزياء الحديثة

س/ ما سبب نشوء مفهوم الفيزياء الحديثة؟

ج/ ظهور بعض التجارب العملية التي لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية (التقليدية) من تفسيرها مثل تجربة إشعاع الجسم الاسود والظاهرة الكهروضوئية. ولتفسير اشعاع الجسم الأسود قدم العالم بلانك الأفكار الاساسية التي ادت الى صياغة نظرية الكم وقام العالم اينشتاين بافتراض أن الضوء يسلك سلوك الجسيمات مثلما يسلك سلوك الموجات.

س/ ماهي التجارب التي لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية (التقليدية) من تفسيرها؟

ج/ (1) تجربة إشعاع الجسم الاسود. (2) الظاهرة الكهروضوئية. (3) ظاهرة كومبتن

س/ ماهي الظواهر التي تثبت ان للضوء يسلك سلوك الجسيمات ؟

ج/ (1) ظاهرة إشعاع الجسم الاسود. (2) الظاهرة الكهروضوئية. (3) ظاهرة كومبتن

نظرية الكم (أشعاع الجسم الاسود وفرضية بلانك)

س/ ما الظاهرة التي قادت بلانك الى صياغة مفهوم الكم؟

ج/ ظاهرة اشعاع الجسم الاسود.

س/ ما هو مفهوم اشعاع الجسم الاسود؟

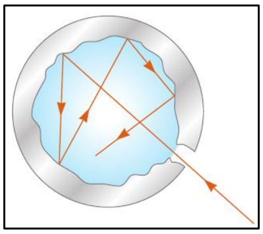
ج/ من المعلوم انه تنبعث من جميع الأجسام الساخنة أشعة حرارية بشكل موجات كهرومغناطيسية (بأطوال موجية مختلفة وبترددات مختلفة وبشدة مختلفة باختلاف درجة الحرارة الجسم) الى الوسط المحيط به ، وعندما تسقط هذه الاشعة على جسم فأن الجسم يمتص جزء من الطاقة وجزءا ينفذ وجزءا ينعكس مثل هذه الاجسام تكون امتصاصها واشعاعها غير مثالي. عكس الجسم الاسود فانه مثالي في امتصاصه حيث يمتص جميع طاقة الاشعاع الساقطة عليه وبأطوال الموجية المختلفة ثم يعيد اشعاعه فهو ايضا مثالي في اشعاعه عندما يكون مصدرا للإشعاع.

س/ لماذا أصبحت النظرية الكلاسيكية (النظرية الموجية) للإشعاع الحراري غير مناسبة؟ (المشكلة الاساسية في تفسير اشعاع الجسم الاسود)؟

ج/ لأنها فشلت في تفسير او فهم توزيع الاطوال الموجية من الاشعاع الصادر من الجسم الاسود.

س/ مالمقصود بالجسم الاسود؟ وكيف يمكن تمثيلة؟

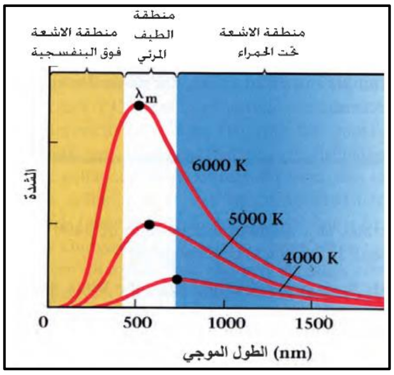
ج/ الجسم الاسود: هو جسم مثالي بامتصاصه حيث يمتص جميع طاقة الاشعاع الساقطة عليه. وكذلك هو مشع مثالي عندما يكون مصدرا للإشعاع ويكون طيفه مستمرا في مختلف درجات الحرارة. ويمكن تمثيل الجسم الاسود عمليا بفتحة ضيقة داخل فجوة او جسم اجوف.



س/ علام تعتمد طبيعة الأشعة المنبعثة من فتحة ضيقة داخل فجوة (الجسم الأسود)؟

ج/ تعتمد على درجة الحرارة المطلقة لجدران الجسم الأسود (الفجوة).

س/ كيف يتغير توزيع طاقة اشعاع الجسم الاسود مع الطول الموجي ودرجة الحرارة المطلقة؟ وضح ذلك بمخطط بياني مع ذكر الاستنتاجات.



ج/ المخطط البياني يوضح النتائج العملية لتوزيع طاقة اشعاع الجسم الاسود كدالة للطول الموجي ولدرجات حرارة مطلقة مختلفة. يمكن ان نلاحظ من الشكل ما يأتي:

1. **قانون ستيفان - بولتزمان** : ان المعدل الزمني للطاقة لوحدة المساحة (الشدة) التي يشعها الجسم الاسود تتناسب طرديا مع المساحة تحت المنحني وان المساحة تحت المنحني تتناسب طرديا مع الاس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة (عدا الصفر المطلق) للأجسام السوداء. ويعبر عن قانون ستيفان – بولتزمان رياضيا بالعلاقة الاتية:

$$I = \sigma T^4$$

I : شدة الاشعاع المنبعث من الجسم الاسود بوحدة $(\frac{W}{m^2})$.

T : درجة الحرارة المطلقة بوحدة الكلفن (K).

σ : ثابت ستوفان– بولتزمان ، حيث يساوي $(\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2\,K^4})$

2. **قانون الازاحة لفين** : ان ذروة التوزيع الموجي للإشعاع المنبعث من الجسم الاسود تنزاح نحو الطول الموجي الاقصر عند ارتفاع درجة الحرارة المطلقة (تناسب عكسي). ويعبر الازاحة لفين ويعطى على وفق العلاقة الآتية:

$$\lambda_m \propto \frac{1}{T} \Rightarrow \lambda_m = \frac{2.898\times10^{-3}}{T} \Rightarrow \lambda_m T = 2.898 \times 10^{-3}$$

λ_m : هي الطول الموجي المقابل لأقصى شدة اشعاع (الطول الموجي المقابل لذروة المنحني) ويقاس بوحدة المتر (m).

T : درجة الحرارة المطلقة للجسم المشع وتقاس بوحدة الكلفن (K). وللتحويل من السيليزية (°C) الى درجة مطلقة (T) مقاسة بوحدة الكلفن (K). نستخدم هذه العلاقة: $(T = {}^{o}C + 273)$

س/ لماذا فشلت قوانين الفيزياء الكلاسيكية لدراسة وتفسير الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الجسم الاسود كدالة للطول الموجي عند درجة حرارة معينة؟

ج/ لان الفيزياء الكلاسيكية افترضت أن الطاقة المنبعثة هي مقادير مستمرة.

س/ ماذا اقترح (افترض) العالم ماكس بلانك لامتصاص واشعاع الطاقة بالنسبة للجسم الاسود؟

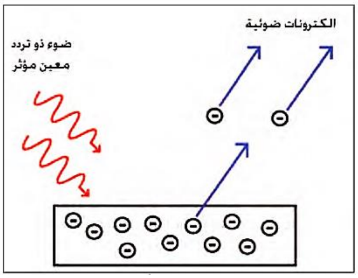
ج/ أقترح بان الجسم الاسود يمكن ان يشع ويمتص طاقة بشكل كمات محددة ومستقلة من الطاقة وهذه الكمات تعرف باسم (الفوتونات). وهذا يعني ان الطاقة هي مكماة ، حيث تعطى طاقة الفوتون (E) بحسب العلاقة:

$$E = h\,f$$

f : تردد الفوتون ويقاس ب (Hz).

h : ثابت بلانك وقيمته $(h = 6.663 \times 10^{-34}\ J.s)$.

الظاهرة الكهروضوئية



س/ ما المقصود بالظاهرة الكهروضوئية؟

ج/ هي ظاهرة انبعاث الالكترونات من سطوح معادن معينة نتيجة اضاءته بأشعاع كهرومغناطيسي ذي تردد معين مؤثر . وتسمى الالكترونات المنبعثة بالإلكترونات الضوئية.

- **اول من لاحظ الظاهرة الكهروضوئية عمليا هو العالم هيرتز في عام (1887).**

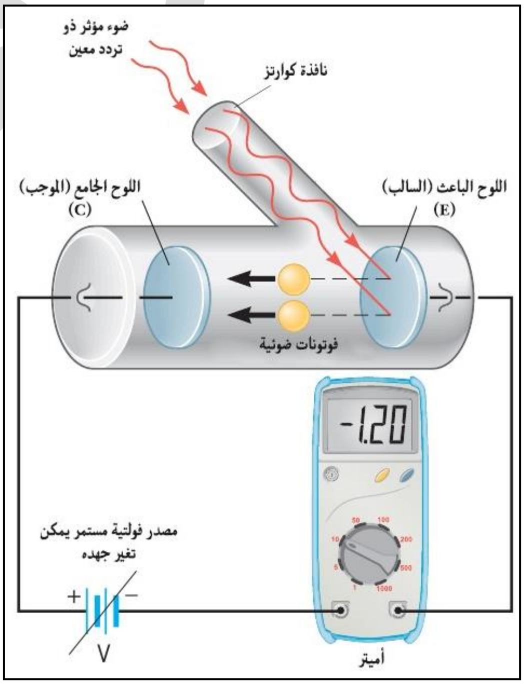
س/ ما هي الخلية الكهروضوئية؟

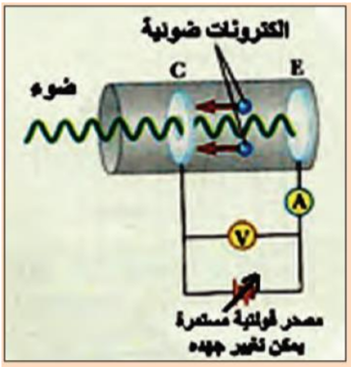
ج/ تستخدم هذه الخلية لتوضيح الظاهرة الكهروضوئية. حيث تتركب من انبوبة مفرغة من الهواء لها نافذة شفافة (او غلاف) من الزجاج او الكوارتز (لكي تمرر الاشعة فوق البنفسجية بالإضافة للضوء المرئي)، وتحتوي على لوحين معدنيين هما:

1. **اللوح الباعث للإلكترونات او المهبط (كاثود) (E)، الذي يتصل بالقطب السالب لمصدر فولطية مستمرة (يمكن تغيير جهده). وهو القطب الذي تسقط عليه الاشعة الضوئية.**
2. **اللوح الجامع للإلكترونات او المصعد (انود) (C). الذي يتصل بالقطب الموجب لمصدر فولطية مستمرة، وهو القطب الذي يتسلم الالكترونات الضوئية المنبعثة من الكاثود.**

س/د1خا 2013، د1 2015/ عادة يفضل استخدام خلية كهروضوئية نافذتها من الكوارتز بدلاً من الزجاج في التجربة الكهروضوئية؟

ج/لكي تسمح بمرور الاشعة الفوق البنفسجية والضوء المرئي. اما الزجاج الاعتيادي فأنها تمرر الضوء المرئي فقط ولاتسمح بمرور الاشعة الفوق البنفسجية.





س/ اشرح نشاط (تجربة) لدراسة الظاهرة الكهروضوئية؟

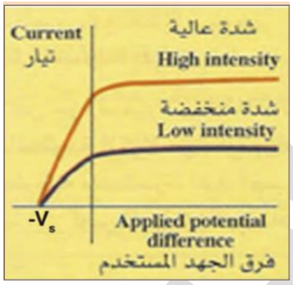
ج/ ادوات التجربة: 1.خلية كهروضوئية. 2.فولطميتر(V) 3.اميتر (A).
4.مصدر فولطية مستمرة يمكن تغيير جهده. 5.اسلاك توصيل. 6. مصدر ضوئي.

خطوات النشاط:

1. نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل.
2. عند وضع الانبوبة بالظلام، نلاحظ ان قراءة الاميتر تساوي صفرا، اي لا يمر تيار في الدائرة الكهربائية.
3. عند إضاءة اللوح الباعث للإلكترونات بضوء ذي تردد مؤثر نلاحظ انحراف مؤشر الاميتر، دلالة على مرور تيار كهربائي في الدائرة الكهربائية. ان هذا التيار يظهر نتيجة انبعاث الالكترونات الضوئية من اللوح الباعث (السالب) ليستقبلها اللوح الجامع (الموجب) فينساب التيار الكهروضوئي في الدائرة الكهربائية.
4. عند زيادة الجهد الموجب للوح الجامع (اي بزيادة فرق الجهد (ΔV) بين اللوحين الجامع والباعث)، نلاحظ زيادة التيار الكهروضوئي حتى يصل الى مقداره الاعظم الثابت وبذلك يكون المعدل الزمني للإلكترونات الضوئية المنبعثة من اللوح الباعث والواصلة الى اللوح الجامع مقدارا ثابتا فيسمى التيار المنساب في الدائرة الكهربائية في هذه الحالة بتيار الاشباع.

(د1 2014) التساؤلات والاستنتاجات :

س1/ 1. ت 2013/ ماذا يحصل عند زيادة شدة الضوء الساقط (لتردد معين مؤثر) على اللوح الباعث في تجربة الظاهرة الكهروضوئية؟
2. ماذا يحصل عند تضاعف شدة الضوء الساقط (لتردد معين مؤثر) على اللوح الباعث في تجربة الظاهرة الكهروضوئية ؟



ج/ 1. يزداد تيار الاشباع عند زيادة شدة الضوء الساقط (لتردد معين مؤثر).
2. يتضاعف تيار الاشباع عند مضاعفة شدة الضوء الساقط لتردد معين موثر.

س2/ ماذا يحصل في حالة عكس قطبية فولطية المصدر بالنسبة الى لوحي الخلية الكهروضوئية (اي في حالة ان يكون اللوح الباعث موجبا واللوح الجامع سالبا و (ΔV) سالبا؟ ولماذا؟

ج/ يهبط التيار تدريجيا الى قيم اقل لان معظم الالكترونات الضوئية سوف تتنافر مع اللوح الجامع السالب، وتصل فقط الالكترونات الضوئية التي لها طاقة اكبر من القيمة $(e\,\Delta V)$ الى اللوح الجامع، حيث (e) هي شحنة الالكترون.

س3/ ماذا يحصل عند زيادة سالبيه جهد اللوح الجامع تدريجيا في الخلية الكهروضوئية؟

ج/ سيقل التيار بشكل تدريجي عند زيادة سالبية جهد اللوح الجامع . وعند قيمة جهد معين (V_S) يسمى جهد الايقاف او جهد القطع اي عندما يكون $(\Delta V = -V_S)$ عندها سيكون تيار الدائرة يساوي صفرا. ومن خلال هذه التجربة نلاحظ ان جهد الايقاف لايعتمد على شدة الضوء الساقط .

س/د1 2014/ من خلال دراستك لنشاط الظاهرة الكهروضوئية ما يحصل ؟ 1) عند زيادة شدة الضوء الساقط (لتردد معين مؤثر) 2) في حالة عكس قطبية فولطية المصدر ،أي في حالة أن يكون اللوح الباعث موجبا واللوح الجامع سالبا و (ΔV) سالبة ؟ 3) عند زيادة سالبية جهد اللوح الجامع تدريجيا ؟

س/ ما المقصود بجهد الايقاف او جهد القطع؟

ج/ **جهد الايقاف او جهد القطع** : هو أصغر جهد سالب الذي يعطى للوح الجامع في الخلية الكهروضوئية والذي يكون عندها التيار الكهروضوئي يساوي صفرا، حيث وجد من خلال التجربة انه لا يعتمد على شدة الضوء الساقط بل يعتبر مقياسا للطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية المنبعثة (KE_{max}) .

س/ هل يعتمد جهد الايقاف على شدة الضوء الساقط؟ ولماذا؟

ج/ كلا لا يعتمد على شدة الضوء الساقط. لان جهد الايقاف يعتمد على الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنبعث وهي تعتمد على تردد الضوء الساقط وعلى دالة الشغل (او تردد العتبة للمعدن). لأنه تغير الشدة لاتعني تغير طاقة الضوء الساقط بل تغير عددها.

س/ على ماذا يعتمد جهد الايقاف او جهد القطع؟

ج/ يعتمد على : 1. تردد الضوء الساقط (عن زيادته سوف تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنبعث).
2. نوع مادة سطح المعدن الباعث (دالة الشغل للمعدن الباعث).

- **يمكن حساب الطاقة الحركية للالكترونات الضوئية المنبعثة (KE_{max}) من العلاقة الرياضية التالية :**

m_e : كتلة الالكترون المنبعث $(m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg)$.
e : شحنة الالكترون حيث تساوي $(e = 1.6 \times 10^{-19} c)$.
v_{max} : الانطلاق الاعظم للالكترونات الضوئية المنبعثة تقاس بوحدة $\frac{m}{s}$.
V_S : جهد الايقاف او جهد القطع تقاس بوحدة الفولط V.

$$KE_{max} = \frac{1}{2} m_e v^2_{max} = e V_S$$

$$V_S = \frac{KE_{max}}{e}$$

س/ عند وضع أنبوبة الخلية الكهروضوئية في الظلام . هل ينحرف مؤشر الاميتر المربوط في الدائرة؟ ولماذا؟

ج/ كلا لاينحرف مؤشر الاميتر. وذلك لعدم انبعاث الالكترونات الضوئية من اللوح الباعث باتجاه اللوح الجامع وبالتالي لاينساب تيار في الدائرة. لان الالكترونات الضوئية تنبعث بوجود ضوء ساقط ولا تنبعث في الظلام.

س/ علام يدل مرور التيار في الاميتر في تجربة الظاهرة الكهروضوئية؟

ج/ يدل على انبعاث الالكترونات الضوئية من اللوح الباعث (السالب) ليستقبلها اللوح الجامع (الموجب).

س/ ما المقصود بـ التيار الكهروضوئي ؟

ج/ **التيار الكهروضوئي** : هو التيار المنساب في دائرة الخلية الكهروضوئية نتيجة انبعاث وحركة الالكترونات الضوئية من اللوح الباعث باتجاه اللوح الجامع عند سقوط ضوء ذي تردد مؤثر ويعتمد على شدة الضوء الساقط.

س/ ما المقصود بـ تيار الاشباع؟ ومتى يحصل؟

ج/ **التيار الاشباع** : هو التيار المنساب في دائرة الخلية الكهروضوئية عندما يكون المعدل الزمني للالكترونات الضوئية المنبعثة من اللوح الباعث والواصلة الى اللوح الجامع مقدارا ثابتا. ويمكن الحصول عند زيادة الجهد الموجب للوح الجامع.

س/ ماهي الحقائق التي اتضحت من تجربة الظاهرة الكهروضوئية والتي عجزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسيرها (النظرية الموجية للضوء)؟

ت	من حيث	النتائج وفق تجربة الظاهرة الكهروضوئية	رأي النظرية الموجية (الكهرومغناطيسية)
1	تردد الضوء الساقط	لاتنبعث الالكترونات الضوئية اذا كان تردد الضوء الساقط اقل من تردد معين يسمى تردد العتبة (f_0)، اذ ان لكل معدن تردد عتبة خاص به.	تنبات بأن الظاهرة الكهروضوئية تحصل عند جميع الترددات بشرط ان تكون شدة الضوء الساقط عالية.
2	علاقة الطاقة الحركية العظمى للالكترون المنبعث مع شدة الضوء الساقط	الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة لا تعتمد على شدة الضوء الساقط.	أن الضوء ذا الشدة العالية يحمل طاقة اكثر للمعدن في الثانية الواحدة ولذلك فان الالكترونات الضوئية المنبعثة سوف تمتلك طاقة حركية اكبر.
3	علاقة الطاقة الحركية العظمى للالكترون المنبعث مع تردد الضوء الساقط	الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة تزداد بزيادة تردد الضوء الساقط.	لا يوجد علاقة بين طاقة الالكترونات الضوئية المنبعثة وتردد الضوء الساقط.
4	علاقة الظاهرة الكهروضوئية بزمن الاضاءة	تنبعث الالكترونات الضوئية من سطح المعدن آنيا (في اقل من $(10^{-9}s)$ بعد اضاءة السطح)، حتى وان كانت شدة الضوء الساقط قليلة.	الالكترونات الضوئية تحتاج بعض الوقت حتى تمتص الضوء الساقط الى ان تكتسب طاقة حركية كافية لكي تهرب من المعدن.

س/ ما المقصود بـ تردد العتبة (f_0) ؟

ج/ **تردد العتبة (f_0):** هو أقل تردد للضوء الساقط يولد الانبعاث الكهروضوئي لمعدن معين، وهو يعد خاصية مميزة للمعدن المضاء حيث ان لكل معدن يمتلك تردد عتبة خاصا به. ويقاس بوحدة الهرتز (Hz).

س/ علام يعتمد تردد العتبة (f_0) ؟

ج/ تعتمد على نوع المعدن.

س/ ما المقصود بـ طول موجة العتبة (λ_0) ؟

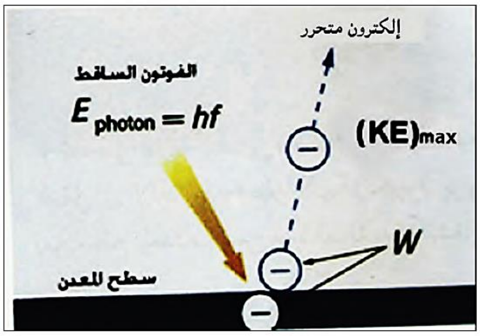
ج/ **طول موجة العتبة (λ_0):** هو أطول طول موجة للضوء الساقط يستطيع تحرير الالكترونات الضوئية من سطح معدن معين ويعطى بالعلاقة الاتية:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{hc}{w}$$

انتباه!!

- لا تنبعث الكترونات ضوئية من سطح معدن معين أذا كان تردد الضوء الساقط (f) اقل من تردد العتبة (f_0).
- لا تنبعث الكترونات ضوئية من سطح معدن معين أذا كان طول الموجة الساقط (λ) اكبر من طول موجة العتبة (λ_0). أي ان الاطوال الموجية الاطول من (λ_0) والساقطة على معدن يمتلك دالة شغل (w) لا تؤدي إلى انبعاث الكترونات ضوئية.

تفسير اينشتاين للظاهرة الكهروضوئية



س/ من هو العالم الذي قدم تفسير ناجح للظاهرة الكهروضوئية ؟

ج/ استطاع العالم اينشتين في سنة 1905 ان يقدم تفسيرا ناجحا للظاهرة الكهروضوئية اذ اعتمد في تفسيره على مبدأ الكم لماكس بلانك وهو ان الموجات الكهرومغناطيسية هي مكماة. واقترح ان الضوء يعد كسيل من الفوتونات وكل فوتون له طاقة (E).

وعندما تسقط هذه الفوتونات على سطح المعدن فأن كل الكترون يمتص طاقة فوتون واحد (E) ، ثم ينجز شغلا مقداره دالة الشغل (w) لفك ارتباطه بسطح المعدن ، وما يبقى من طاقة (E − w) تظهر بشكل طاقة حركية للالكترونات $(kE)_{max}$.

➢ **لذلك وحسب تفسير اينشتاين يعبر عن الطاقة الحركية العظمى لالكترونات الضوئية المنبعثة $(kE)_{max}$ بالعلاقة الاتية:**

المعادلة الكهروضوئية لأينشتاين

$$(kE)_{max} = \frac{1}{2} m_e v^2_{max} = E - w = hf - w$$

$(kE)_{max}$: الطاقة الحركية العظمى لالكترونات الضوئية المنبعثة تقاس بوحدة الجول (J) او (ev).

E : طاقة الضوء الساقط ويعطى بالعلاقة $(E = hf)$ او $(E = \frac{hc}{\lambda})$. يقاس بالجول (J) او (ev).

w : دالة الشغل للمعدن ويعطى بالعلاقة التالية $(w = hf_0)$ او $(w = \frac{hc}{\lambda_0})$.

ويقاس بالجول (J) او (ev). حيث أن (f_0) تمثل تردد العتبة. و (λ_0) يمثل طول موجة العتبة.

v_{max} : الانطلاق الاعظم للالكترونات الضوئية المنبعثة تقاس بوحدة $(\frac{m}{s})$.

س/ د1 2015/ ما المقصود بـ دالة الشغل لمعدن (w)؟

ج/ **دالة الشغل (w)**: هي أقل طاقة يرتبط بها الالكترون بالمعدن وقيمتها بحدود بضعة الالكترون – فولط (ev).

حيث ان لكل معدن دالة شغل خاصة به . وتحسب دالة الشغل بالعلاقة الاتية:

$$w = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

س/ علام تعتمد دالة الشغل لمعدن (w) ؟

ج/ تعتمد على نوع المعدن.

س/ علام تعتمد الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة $(kE)_{max}$؟

ج/ تعتمد على : (1) تردد الضوء الساقط. (2) دالة الشغل (او تردد العتبة) للمعدن.

س/ كيف استطاع أينشتاين تفسير الظاهرة الكهروضوئية والتي عجزت عن تفسيرها الفيزياء الكلاسيكية؟

ج/ استطاع تفسير الظاهرة الكهروضوئية على وفق المعادلة الكهروضوئية مستندا إلى نظرية الكم لماكس بلانك وكما يأتي:

1) (a) **تحصل الظاهرة الكهروضوئية اذا كانت طاقة الفوتون الساقط (E) اكبر من او تساوي دالة شغل المعدن (w) (او تردد الضوء الساقط (f) اكبر من او يساوي تردد العتبة للمعدن (f_0)).**

(b) **لا تحصل الظاهرة الكهروضوئية اذا كانت طاقة الضوء الساقط (E) اقل من دالة الشغل (w) (او تردد الضوء الساقط (w) اقل من تردد العتبة (w)).**

(c) **أن الكترون الضوئي المتحرر او المنبعث بواسطة امتصاص طاقة فوتون واحد. فاذا كانت طاقة الفوتون الساقط لاتحقق هذا الشرط فان الالكترونات الضوئية لاتنبعث ولاتحرر نهائيا من سطح المعدن مهما زادت شدة الضوء الساقط وهذا يدعم وجود تردد العتبة.**

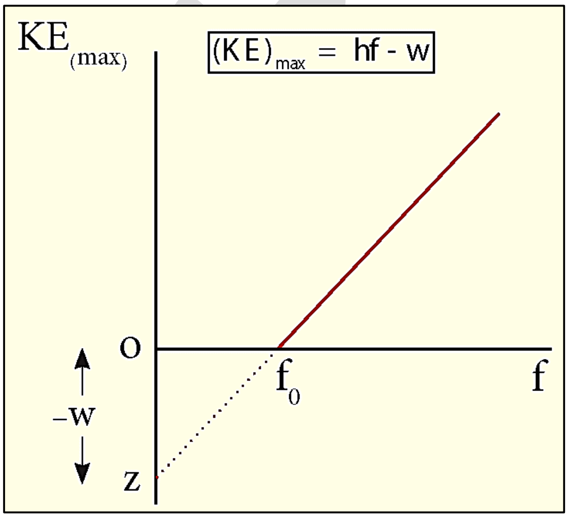
(d) **اذا كانت طاقة الفوتون الساقط تساوي دالة الشغل للمعدن (او تردد الضوء الساقط يساوي تردد العتبة للمعدن) فان الالكترونات فقط تتحرر من سطح المعدن من غير ان تكتسب طاقة حركية.**

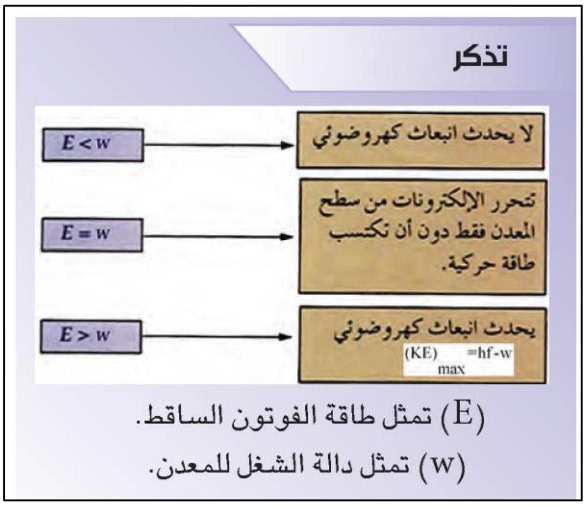
2) من العلاقة : $(kE)_{max} = hf - w$:

يمكن ملاحظة ان الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة $(kE)_{max}$ تعتمد فقط على تردد الضوء الساقط ودالة الشغل (او تردد العتبة) للمعدن ولا تعتمد على شدة الضوء الساقط لان امتصاص فوتون واحد يكون مسؤولا عن تغير الطاقة الحركية للالكترونات $(kE)_{max}$.

3) **بما ان العلاقة بين $(kE)_{max}$ و (f) هي علاقة خطية حسب العلاقة** $(kE)_{max} = hf - w$
أذن فأن $(kE)_{max}$ تتناسب طرديا مع تردد الضوء الساقط (f) .
لذلك نفهم لماذا الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية $(kE)_{max}$ تزداد بزيادة (f).

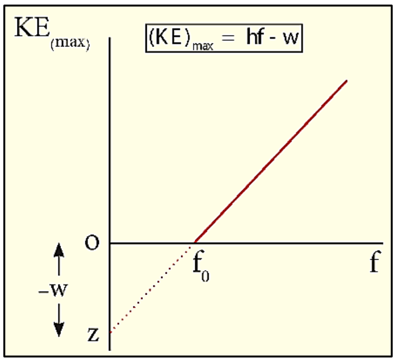
4) **تنبعث الالكترونات الضوئية من سطح المعدن لحظيا بغض النظر عن شدة الضوء الساقط .حيث اظهرت النتائج العملية العلاقة الخطية بين الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة $(kE)_{max}$ وتردد الضوء الساقط (f) موضحة بالشكل البياني.**





س/د3 2014/ وضح برسم بياني العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للألكترونات الضوئية المنبعثة من سطح معدن وتردد الضوء الساقط، ما الذي يمثله كل من (1) تقاطع الخط المستقيم مع الاحداثي السيني (2) ميل الخط المستقيم (3) المقطع السالب للأحداثي الصادي عند مد الخط المستقيم وقطع الاحداثي الصادي.

الجواب/



(1) **تقاطع الخط المستقيم مع الاحداثي السيني** (اي عندما $(kE)_{max} = 0$) **يمثل قيمة تردد العتبة** (f_0). **فعند ترددات اقل من** (f_0) **لاتنبعث الكترونات ضوئية. مهما كانت شدة الضوء الساقط.**

(2) **ميل الخط المستقيم يمثل قيمة ثابت بلانك** (h).

(3) **عند مد الخط المستقيم وقطع الاحداثي الصادي في نقطة مثل** (z). **فان المقطع السالب للأحداثي الصادي يمثل قيمة دالة الشغل للمعدن** (w).

تطبيقات الظاهرة الكهروضوئية

س/ ماهي تطبيقات الظاهرة الكهروضوئية؟

1. **الخلية الكهروضوئية والتي بوساطتها يمكننا قياس شدة الضوء وتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية كما في الخلايا الشمسية.**
2. **تستثمر في كاميرات التصوير الرقمية.**
3. **اظهار تسجيل الموسيقى المصاحبة لصور الافلام المتحركة السينمائية .**

س/(ت2015)/ ماهي الفائدة العملية (الغرض) من الخلية الكهروضوئية؟

ج/هي (1) قياس شدة الضوء (2) تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية كما في الخلايا الشمسية.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الجسيمات (الدقائق) والموجات

س/ ما الظواهر التي تؤيد بان الضوء يسلك سلوك الجسيمات (الفوتونات)؟

ج/ الاشعاع والامتصاص والانبعاث الكهروضوئي.

س/ ما الظواهر التي تؤيد بان الضوء يسلك سلوكا موجيا؟

ج/ التداخل والحيود والاستقطاب والانكسار.

س/ (د1 2013)/ أيسلك الضوء سلوك الجسيمات ام أنه يسلك سلوك الموجات؟

ج/ ان الإجابة على هذا السؤال تعتمد على الظاهرة التي يتم دراستها. حيث أن بعض التجارب يظهر الضوء فيها الصفة الجسيمية اي يسلك سلوك الجسيمات والبعض الاخر يظهر الضوء صفة موجية اي يسلك سلوك الموجات. كما في الظواهر التالية:

(1) الضوء الذي يمكنه اخراج الالكترونات من المعادن كما في الظاهرة الكهروضوئية، يعنى ذلك ان الضوء يسلك سلوك الجسيمات.

(2) ان نفس هذا الضوء يمكن ان يحدث حيودا بمعنى ان الضوء يسلك سلوك الموجات.

س/ (د2 2015)/ ماهي النظرة الحديثة لطبيعة الضوء؟

ج/ النظرة الحديثة لسلوك الضوء تأخذ السلوك الثنائي (المزدوج) (موجي وجسيمي)، اي ان طاقة الاشعاع تنتقل بشكل فوتونات يقودها باتجاه سيرها مجال موجي (جسيمات ترافقها موجات). و في حالة او ظرف معين يسلك الضوء اما الصفة الجسيمية او الصفة الموجية ولكن ليس كلاهما في آن واحد، اي ان كل من النظرية الجسيمية للضوء والنظرية الموجية للضوء يكمل بعضها الآخر.

س/ اشتق رياضيا أن الفوتون او الضوء يسلك سلوكا مزدوجا؟

معادلة أينشتاين في تكافؤ الكتلة (m) مع الطاقة $E = mc^2$ ، طاقة الفوتون (E) وفقا لمبدأ الكم لبلانك $E = hf$

بتساوي المعادلتين السابقين نحصل على هذه المعادلة. التي تدل بأن الفوتون يسلك كما لو كانت له كتلة $m = \frac{hf}{c^2}$

تردد الفوتون (f) يرتبط بالطول الموجي المرافق للفوتون (λ) $f = \frac{c}{\lambda}$ ، زخم الفوتون $p = mc$

نحصل على هذه المعادلة عند تعويض تردد الفوتون في علاقة سلوك الفوتون كما لو كانت له كتلة $\lambda = \frac{h}{mc} = \frac{h}{p}$

(معادلة ديبرولي) أي ان الطول الموجي المرافق للفوتون يتناسب عكسيا مع زخم الفوتون.
وهذه المعادلة توضح بأن للفوتون يسلك سلوك موجي ، وبالتالي فأن الفوتون له سلوك مزدوج. $\lambda = \frac{h}{p}$

طاقة الفوتون $E = \frac{hc}{\lambda}$

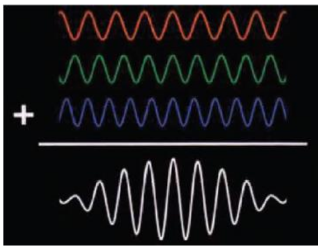
الموجات المادية

س/ هل تمتلك الجسيمات (مثل الالكترون) سلوكا ثنائيا يشبه الفوتونات في الضوء؟ وماذا اقترح دي برولي؟

ج/ نعم الجسيمات المادية تمتلك سلوك مزدوج (جسيمي-موجي). حيث اقترح العالم دي برولي (1923) فكرة الطبيعة الثنائية للجسيم (الجسيمية – الموجية).أي مثل الضوء الذي يمتلك سلوك مزدوج ، كذلك الجسيمات تمتلك سلوك مزدوج.

س/ (د3 2015) / ماهي فرضية ديبرولي في الطبيعة الثنائية للجسيم؟

ج/ فرضية ديبرولي : (أن في كل نظام ميكانيكي لابد من وجود موجات ترافق (تصاحب) حركة الجسيمات المادية)



س/ ما نوع الموجات التي ترافق الاجسام المادية مثل الالكترونات والبروتونات؟

ج/ تسمى الموجات التي ترافق وتصاحب الاجسام المادية بـ الموجات المادية وهي ليست موجات ميكانيكية او كهرومغناطيسية بل نوع جديد من الموجات.

س/ ما المقصود بالموجات المادية؟

ج/ الموجات المادية : هي موجات تصاحب حركة الاجسام المادية مثل الالكترونات ، وهي ليست موجات ميكانيكية او كهرومغناطيسية بل نوع جديد من الموجات.

- في الموجة المادية اذ يمثل الجسيم برزمة موجية، اي موجة ذات مدى محدود في الفضاء. ويمكن الحصول على الرزمة الموجية من اضافة وتراكب موجات مختلفة قليلا بالطول الموجي.
- افترض دي برولي ان الطول الموجي للموجة المادية (λ) يرتبط بزخم الجسيم (P)، وكما هو في حالة الفوتون، بحسب العلاقة:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

- إذا كان لجسيم كتلته (m) يتحرك بانطلاق مقداره (v) فان طول موجة دي برولي المرافقة للجسيم تعطى بحسب العلاقة:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

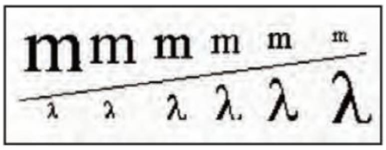
هذه العلاقة توضح لنا الخاصية الازدواجية للمادة اذ ان:

1. الجهة اليمنى من العلاقة تحتوى المفهوم الجسيمي {الكتلة (m) او الزخم (mv)}.
2. الجهة اليسرى من المعادلة تحتوى مفهوم الموجي {الطول الموجي (λ)}

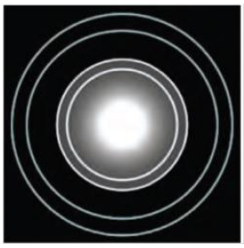
س/ هل يمكن ملاحظة السلوك الموجي (مثل التداخل والحيود) للاجسام الاعتيادية الكبيرة نسبيا (أي في العالم البصري (المرئي) مثل كرة القدم المتحركة، السيارة المتحركة) ؟ ولماذا؟.

ج/ كلا لايمكن ملاحظة السلوك الموجي مثل التداخل والحيود للاجسام الاعتيادية الكبيرة نسبيا (أي في العالم البصري (المرئي) مثل كرة القدم المتحركة، السيارة المتحركة)، لأنه بالاضافة لصغر قيمة ثابت بلانك فان كتلتها كبيرة نسبيا (او زخمها كبيرنسبيا) وبذلك فان طول موجة دي برولي المرافقة لها يكون صغير جدا $\lambda = \frac{h}{mv}$، لان العلاقة عكسية، مما يجعل الخواص الموجية للاجسام الكبيرة نسبيا مهملة.

س/ هل يمكن ملاحظة ودراسة الخصائص الموجية بالنسبة للجسيمات الذرية والنووية اي في العالم المجهري (غير المرئي) مثل الالكترونات والبروتونات والنيوترونات؟



ج/ نعم يمكن ملاحظة السلوك الموجي بالنسبة للجسيمات الذرية والنووية مثل الالكترونات والبروتونات بسبب كتلتها الصغيرة نسبيا وذات زخم صغير نسبيا فيمكن قياس ودراسة طول موجة دي برولي المرافقة لهذه الجسيمات.



- **الشكل التالي يوضح نموذج للسلوك الموجي للالكترونات (حيود الالكترونات).**
- **ان معادلة دي برولي تنطبق على جميع الاجسام في الكون من صغيرها مثل الالكترون الى كبيرها مثل الكواكب.**
- **كما هو الحال في الضوء فان السلوكين الجسيمي والموجي للاجسام المتحركة لا يمكن ملاحظته في الوقت نفسه.**

مدخل الى مفهوم الميكانيك الكم ودالة الموجة

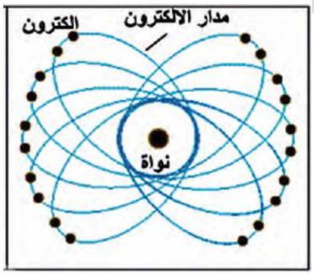
س/ماهي اهم التطبيقات التي تعمل وفق الميكانيك الكمي ؟

ج/ الحاسوب والكاميرا الرقمية والحاسوب الشخصي.

س/ مالمقصود بالميكانيك الكمي؟

ج/ الميكانيك الكمي : هو فرع من فروع الفيزياء وهو مخصص (مكرس) لدراسة حركة الاشياء والتي تأتي بحزم صغيرة جدا، أوكمات.

س/ ما الفرق بين الميكانيك الكمي والميكانيك الكلاسيكي؟

ت	الميكانيك الكمي	الميكانيك الكلاسيكي
1	الكميات المتضمنة التي يقوم بدراستها هي الاحتمالات	الكميات المتضمنة التي يقوم بدراستها هي التأكيد
2	معادلة الاساس هي معادلة شرودنكر	معادلة الاساس هي قانون نيوتن الثاني في الحركة
3	نصف قطر بور لذرة الهيدروجين هو اكبر او اقل من القيمة (0.0529nm) ، ولكن القيمة الاكثر احتمالا تكون مساوية الى (0.0529nm)	نصف قطر بور لذرة الهيدروجين يساوي (0.0529nm)
4	شكل الذرة يختلف عن الميكانيك الكلاسيكي 	شكل الذرة يختلف عن الميكانيك الكمي 
5	الميكانيك الكلاسيكي هو صيغة تقريبية للميكانيك الكمي	

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

دالة الموجة (Ψ)

س/ (د2 2015)/ ماهي الكمية التي يهتم بدراستها الميكانيك الكمي ؟

ج/ دالة الموجة (Ψ).

س/ (د2 2015)/ مالمقصود بدالة الموجة (Ψ)؟

ج/ **دالة الموجة (Ψ)**: هي صيغة رياضية يرمز لها بالرمز (Ψ) وقيمة دالة الموجة المرافقة لجسيم متحرك في نقطة معينة في الفضاء ولزمن معين تتعلق باحتمالية (ارجحية) ايجاد الجسيم في ذلك المكان والزمان.

➢ ان الكمية المتغيرة في:
- الموجات المائية ← هو ارتفاع سطح الماء
- الموجات الصوتية ← ضغطها
- الموجات الضوئية ← المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي
- الموجات المادية ← دالة الموجة (Ψ)

س/ ماهي الكمية المتغيرة في حالة الموجات المادية ؟

ج/ أن الكمية التي تغيراتها تشكل الموجات المادية تسمى **دالة الموجة** ويرمز لها عادة بالرمز (Ψ) (تقرا بساي).

س/ مالمقصود بـ كثافة الاحتمالية $|\Psi|^2$ ؟

ج/ **كثافة الاحتمالية $|\Psi|^2$**: هي الاحتمالية لوحدة الحجم لايجاد الجسيم الذي يوصف بدالة الموجة (Ψ) في نقطة معينة في الفضاء ولزمن معين تتناسب طرديا مع قيمة $|\Psi|^2$ في ذلك المكان والزمان المعينين.

س/ على ماذا تعتمد كثافة الاحتمالية $|\Psi|^2$؟ (ماهي العلاقة بين كثافة الاحتمالية $|\Psi|^2$ ودالة الموجة (Ψ))

ج/ تعتمد على دالة الموجة (Ψ). حيث أن كثافة الاحتمالية لايجاد الجسيم الذي يوصف بدالة الموجة (Ψ) في نقطة معينة في الفضاء ولزمن معين تتناسب طرديا مع قيمة $|\Psi|^2$ في ذلك المكان والزمان المعينين.

س/ د2ت 2013/ على ماذا تدل كل من :

(1) القيمة الكبيرة الى $|\Psi|^2$ (2) القيمة الصغيرة الى $|\Psi|^2$
(3) قيمة $|\Psi|^2$ لاتساوي صفر في مكان ما (4) قيمة $|\Psi|^2$ تساوي صفر

1) القيمة كبيرة الى $|\Psi|^2$ تعني احتمالية كبيرة لوجود الجسيم في المكان والزمان المعينين.
2) القيمة الصغيرة الى $|\Psi|^2$ تعني احتمالية صغيرة لوجود الجسيم في المكان والزمان المعينين.
3) قيمة $|\Psi|^2$ لاتساوي صفر في مكان ما، يعني هناك احتمال معين لوجود الجسيم في ذلك الموقع.
4) قيمة $|\Psi|^2$ تساوي صفر ، يعني أن الجسيم لايكون موجودا في ذلك المكان والزمان المعينين.

س/ من هو أول عالم أعطى تفسير لقيمة $|\Psi|^2$؟

ج/ أول من قدم تفسير لقيمة $|\Psi|^2$ هو العالم بورن وذلك في عام (1927).

مبدأ اللادقة لهايزنبيرك

س/ هل من الممكن قياس موضع وانطلاق جسيم في الوقت نفسه؟

ج/ **نعم** . يمكن ذلك طبقا للميكانيك الكلاسيكي حيث لا يوجد حائلا يمنع من تحسين جهاز القياس او الطرائق التجريبية لأعلى درجة ممكنة.

كلا . لايمكن ذلك طبقا للميكانيك الكمي حيث ستواجه بلا دقة عملية في قياساتك فكلما زادت دقة قياس احدى الكميتين زاد الخطأ في قياس الكمية الاخرى.

س/ د2 2015/ على ماذا تنص فكرة ومبدأ هايزنبيرك في اللادقة (اللايقين)؟

ج/ ينص على ((من المستحيل ان نقيس آنيا (في الوقت نفسه) الموضع بالضبط وكذلك الزخم الخطي بالضبط لجسيم)).

- إذا كانت اللادقة او الخطأ في قياس موضع الجسيم هي (Δx) وكانت اللادقة في قياس زخم الجسيم هي (Δp) فأن مبدا اللادقة يعطى بالعلاقة التالية:

$$\Delta x\, \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

Δx : هي اللادقة بالموضع باتجاه الإحداثي السيني (الخطأ في قياس موضع الجسيم) ويقاس بوحدة (m).

Δp : هي اللادقة في مركبة الزخم الخطي باتجاه الإحداثي السيني (الخطأ في قياس زخم الجسيم) ويقاس بوحدة $(\frac{kg.m}{s})$.

- يعطى زخم الجسيم بالعلاقة $(p = mv)$ حيث (m) هي كتلة الجسيم و (v) هي انطلاق الجسيم.
- ان اللادقة في زخم الجسيم يعطى بالعلاقة $(\Delta p = m\, \Delta v)$
  حيث (Δv) اللادقة في انطلاق الجسيم (او الخطاء في انطلاق الجسيم).
- هناك صيغة اخرى لمبدأ اللادقة والتي تربط بين اللادقة في طاقة الجسيم (ΔE) واللادقة في الزمن المستغرق لقياس الطاقة (Δt) والتي يعبر عنها بالعلاقة:

$$\Delta E\, \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

س/ ماذا نستنتج من مبدا اللادقة لهايزنبيرك ؟ (ماهي العلاقة بين الكميتين (Δx) و (Δp) حسب مبدأ اللادقة)

ج/ نلاحظ من علاقة مبدأ اللادقة لهايزنبيرك أن العلاقة بين (Δx) و (Δp) هي عكسية أي (أنه كلما كانت قيمة (Δx) صغيرة كانت قيمة (Δp) كبيرة) والعكس صحيح. اي انه كلما كانت قيمة (Δx) كبيرة تكون قيمة (Δp) صغيرة. فكلما ارتفعت دقة قياس احدى هاتين الكميتين كلما قل ما نعرفه عن الكمية الاخرى.

س/ د1خا 2015/ متى يمكن الحصول على اقل (ادنى) لادقة لإحدى الكميتين (Δx) و (Δp) في علاقة مبدأ اللادقة لهايزنبيرك؟

ج/ عندما يكون حاصل ضرب هاتين الكميتين مساويا الى $(\frac{h}{4\pi})$ أي أن : $(\Delta x\, \Delta p = \frac{h}{4\pi})$.

س/هل ان الحدود التي يضعها مبدأ اللادقة لقياس موضع وزخم جسيم انيا هي حدود بسبب الأجهزة المستعملة او طرائق القياس؟ ولماذا؟

ج/ كلا ليست بسبب الأجهزة وطرائق القياس. بل أنها حدودا أساسية تفرض من الطبيعة ولا يوجد سبيل للتغلب عليها.

س/ فسر سبب عدم ملاحظتنا لمبدأ اللادقة في الحياة اليومية الاعتيادية في العالم البصري مثل كرة قدم متحركة؟

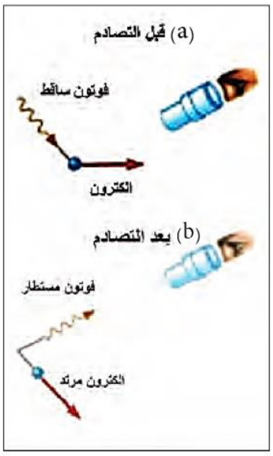
ج/ بسبب القيمة الصغيرة جدا لثابت بلانك. (يعود ذلك لكبر زخم الاجسام المحيطة بنا والناتج من كبر كتلتها).

س/ لماذا ينطبق مبدأ اللادقة لهايزنبيرك على الجسيمات الصغيرة مثل الالكترون؟ ج/ بسبب صغر كتلتها وبالتالي صغر زخمها.

س / ت 2015/ ما العلاقة بين اللادقة في قياس موضع الجسم واللادقة في زخم الجسم في مبدأ اللادقة ؟

ج/ أن العلاقة بين (Δx) و (Δp) هي عكسية أي (أنه كلما كانت قيمة (Δx) صغيرة كانت قيمة (Δp) كبيرة والعكس صحيح. اي انه كلما كانت قيمة (Δx) كبيرة تكون قيمة (Δp) صغيرة. فكلما ارتفعت دقة قياس احدى هاتين الكميتين كلما قل ما نعرفه عن الكمية الاخرى.

$$\Delta x\, \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$



فكرة تجربة لمشاهدة الكترون بوساطة مجهر ضوئي قوي.
(a) يتحرك الالكترون باتجاه اليمين قبل التصادم مع الفوتون.
(b) يرتد الالكترون (يتغير زخمه) نتيجة التصادم مع الفوتون.
شكل (18)

اسئلة للمراجعة

س/ علام تعتمد شدة الاشعاع المنبعث من الجسم الاسود ؟

ج/ تعتمد على الاس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة عدا الصفر المطلق (تناسب طردي).

س/ علام يعتمد الطول الموجي المقابل لأقصى شدة اشعاع منبعث من الجسم الاسود؟

ج/ يعتمد على درجة الحرارة المطلقة (تناسب عكسي) .

س/ علام تعتمد طاقة الفوتون الذي يمتصه او يشعه الجسم الاسود ؟

ج/ تعتمد على تردد الاشعاع (تناسب طردي) او طول موجة الاشعاع (تناسب عكسي).

التردد المؤثر للضوء: هو التردد الذي يولد الانبعاث الكهروضوئي للالكترونات ويكون أكبر من او يساوي تردد العتبة للمعدن المضاء.

التردد الغير مؤثر : هو التردد الذي لا يولد الانبعاث الكهروضوئي للالكترونات ويكون اقل من تردد العتبة للمعدن المضاء.

س/ علام تعتمد الظاهرة الكهروضوئية ؟

ج/ تعتمد على تردد الضوء الساقط فيما اذا كان مؤثرا ام لا.

س/ لماذا لا يعتمد جهد الايقاف في الخلية الكهروضوئية على شدة الضوء الساقط ؟

ج/ لان جهد الايقاف يعتمد على الطاقة الحركية العظمى للالكترون المنبعث وهي تعتمد على تردد الضوء الساقط وعلى دالة الشغل (او تردد العتبة) للمعدن.

س/ لماذا يقل الطول الموجي المصاحب لحركة الالكترون بزيادة سرعته؟

ج/ لان الطول الموجي يتناسب عكسيا مع سرعة الالكترون وفقا للعلاقة الآتية: $\lambda = \frac{h}{mv}$

س/ علام يعتمد طول موجة دي برولي المصاحب للاجسام المتحركة؟

ج/ يعتمد على زخم هذه الاجسام أي على (كتلتها وسرعتها)(تناسب عكسي).

س/ هل ان الضوء موجة مادية؟ ولماذا؟

ج/ كلا. لان الموجة المادية ليست موجة ميكانيكية او كهرومغناطيسية بينما الضوء موجة كهرومغناطيسية.

الفصل السادس الفيزياء الحديثة

أمثلة

س1/ جد الطول الموجي المقابل لذروة الاشعاع المنبعث من جسم الانسان عندما تكون درجة حرارة جلده (35^0C). افترض ان جسم الانسان يشع كجسم اسود؟

$$T\,(k) = {}^oC + 273 = 35 + 273 = 308\ K$$

$$\lambda_m = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{308} = 9.409 \times 10^{-6}\ m$$

$$\lambda_m = 9.409\ \mu m$$

س2/ سقط ضوء طوله الموجي $(300nm)$ على معدن الصوديوم. فإذا كانت دالة الشغل للصوديوم تساوي $(2.46eV)$ جد:

1. الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة بوحدة الجول (J) اولا وبوحدة الالكترون- فولط (eV) ثانيا.
2. طول موجة العتبة للصوديوم.

a) $kE_{max} = E - w = hf - w = \frac{hc}{\lambda} - w = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{300\times10^{-9}} - 2.46 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$kE_{max} = 6.63 \times 10^{-19} - 3.936 \times 10^{-19} = 2.694 \times 10^{-19} J$

$KE_{max} = \frac{2.694 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.684\ eV$

b) $\lambda_0 = \frac{hc}{w} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2.46\times1.6\times10^{-19}} = 5.053 \times 10^{-7} m = 505.3nm$

س3/ جد طول موجة دي برولي المرافقة لكرة كتلتها $(0.221kg)$ تتحرك بانطلاق مقداره $(3\,\frac{m}{s})$ مع العلم بان ثابت بلانك يساوي $(6.63 \times 10^{-34} J.s)$؟

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.221 \times 3} = 10^{-33}\ m$$

س4/ جد طول موجة دي برولي المرافقة لالكترون يتحرك بانطلاق مقداره $(6 \times 10^{6}\,\frac{m}{s})$ مع العلم بان كتلة الالكترون تساوي $(9.11 \times 10^{-31} Kg)$ وثابت بلانك يساوي $(6.63 \times 10^{-34} J.s)$ ؟

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 6 \times 10^{6}} = 0.121 \times 10^{-9}\ m = 0.121\ nm$$

س5/ (ت 2016)/ إذا كانت اللادقة في زخم كرة تساوي $(2 \times 10^{-3} Kg.\frac{m}{s})$. جد اللادقة في موضع الكرة. مع العلم بأن ثابت بلانك يساوي $(6.63 \times 10^{-34} J.s)$؟

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \quad \Delta x \geq \frac{h}{4\pi \Delta p} \geq \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times3.14\times2\times10^{-3}}$$

$$\therefore\ \Delta x \geq 2.639 \times 10^{-32}\ m$$

س6/ (د1خا 2013، د1 خا 2014، د3م 2015)/ قيس انطلاق الكترون فوجد بأنه يساوي $(6\times10^{3}\,\frac{m}{s})$ فإذا كان الخطأ في إنطلاقه يساوي (0.003%) من إنطلاقه الأصلي، جد أقل لادقة في موضع هذا الالكترون. مع العلم بأن كتلة الإلكترون تساوي $(9.11\times10^{-31}\text{Kg})$ وثابت بلانك يساوي $(6.63\times10^{-34}\text{J.s})$ ؟

$$\Delta v = 0.003\%\, v = \frac{0.003}{100}\times 6\times10^{3} = 0.18\,\frac{m}{s}$$

$$\Delta p = m\Delta v$$

$$\Delta x\Delta p = \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \quad \Delta x = \frac{h}{4\pi\Delta p} = \frac{h}{4\pi m\Delta v} = \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times3.14\times9.11\times10^{-31}\times0.18}$$

$$\therefore\ \Delta x = 3.219\times10^{-4}\ m$$

س7/ اذا كانت اللادقة في زخم الكترون تساوي $(3.5\times10^{-24}\text{Kg}\frac{m}{s})$ جد اللادقة في موضع الالكترون، مع العلم بأن ثابت بلانك يساوي $(6.63\times10^{-34}\text{J.s})$؟

$$\Delta x\Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \quad \Delta x \geq \frac{h}{4\pi\Delta p} \geq \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times3.14\times3.5\times10^{-24}}$$

$$\therefore\ \Delta x \geq 1.508\times10^{-11}\ m$$

س8/ (ت 2013)/ سقط ضوء طوله الموجي $(3\text{ X }10^{-7}\text{m})$ على معدن الصوديوم ،فاذا كانت دالة الشغل للصوديوم تساوي $(3.9\text{ X }10^{-19}\text{ J})$ ، ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة ؟

س9/ (د2 2013)/ سقط ضوء طول موجته يساوي $(3\text{x}10^{-7}\text{ m})$ على سطح معدن فوجد ان جهد القطع اللازم لايقاف الالكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى (1.658V)، احسب مقدار طول موجة العتبة لهذا المعدن؟

س10/ (د2ت 2013)/ الكترون طاقته الحركية تساوي $(9.1\text{x}10^{-9}\text{ J})$ اذا كانت اللادقة في زخمه تساوي (0.5%) من زخمه الاصلي فما هي أقل لادقة في موضعه ؟

س11/ (د3 2014)/ سقط ضوء على سطح مادة دالة شغله $(1.67\text{x}10^{-19}\text{ J})$ فانبعثت الكترونات ضوئية من السطح بانطلاق أعظم مقداره $(2\times10^{6}\,\frac{m}{s})$ جد مقدار : (1) طول موجة الضوء الساقط (2) طول موجة دي برولي المرافقة للألكترونات الضوئية المنبعثة ذوات الانطلاق الأعظم.

س12/ (د1 2015)/ اذا كان طول موجة دي برولي المرافقة لجسيم كتلته (m) هو (λ). فأثبت أن الطاقة الحركية للجسيم تعطى بالعلاقة الاتية : $K.E = \frac{h^{2}}{2m\lambda^{2}}$

س13/ (د1خا 2015)/ يتوقف تحرير الالكترونات الضوئية من سطح مادة عندما يزيد طول موجة الضوء الساقط عليه عن (500nm) فاذا اضيء سطح المعدن نفسه بضوء طول موجته (300nm) فما مقدار جهد القطع اللازم لأيقاف الالكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى ؟

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
ماجستير فيزياء
07700735728

قوانين الفصل السادس

λ_m الطول الموجي المقابل لذروة الاشعاع بـ (m) T : درجة الحرارة المطلقة للجسم بوحدة الكلفن (K)	$\lambda_m = \dfrac{2.898 \times 10^{-3}}{T}$
للتحويل من السيليزية (^{o}C) للكلفن (K).	$T\,(k) = {}^{o}C + 273$
طاقة الفوتون (E) وتقاس بالجول (J) او (ev) f : تردد الفوتون ويقاس ب (Hz). h : ثابت بلانك وقيمته ($h = 6.663 \times 10^{-34}\ J.s$).	$E = h\,f$
للتحويل من ال(J) الى (ev) نقسم على 1.6×10^{-19}	للتحويل من ال(ev) الى (J) نضرب في 1.6×10^{-19}
سرعة الفوتون (C) ومقدارها ($3 \times 10^{8}\ \frac{m}{s}$) f : تردد الفوتون ويقاس ب (Hz). λ : طول موجة الفوتون ويقاس ب (m).	$C = \lambda\,f$
الطاقة الحركية للالكترونات الضوئية المنبعثة (KE_{max}) m_e : كتلة الالكترون المنبعث ($m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$). e: شحنة الالكترون حيث تساوي ($e = 1.6 \times 10^{-19} c$). v_{max} : الانطلاق الاعظم للالكترونات الضوئية المنبعثة بـ $\frac{m}{s}$.	$KE_{max} = \frac{1}{2} m_e\, v^2{}_{max}$ $KE_{max} = e\,V_S$
V_S : جهد الايقاف او جهد القطع يقاس بوحدة الفولط V.	$V_S = \dfrac{KE_{max}}{e}$
المعادلة الكهروضوئية $(kE)_{max}$: الطاقة الحركية العظمى لالكترونات الضوئية E : طاقة الضوء الساقط ($E = hf = \frac{hc}{\lambda}$) بـ (J) او (ev). w: دالة الشغل للمعدن ($w = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$) بـ (J) او (ev).	$kE_{\ max} = E - w = hf - hf_0$
w: دالة الشغل ويقاس بالجول (J) او (ev). (f_0) تمثل تردد العتبة. (λ_0) يمثل طول موجة العتبة.	$(w = hf_0)$ او $(w = \frac{hc}{\lambda_0})$ $(\lambda_0 = \frac{c}{f_0})$ او $(\lambda_0 = \frac{hc}{w})$
زخم الفوتون زخم الجسيم	$p = mc$ $p = mv$
(معادلة ديبرولي) التي تربط بين الطول الموجي المرافق (للجسيم اوالفوتون) و زخم (الجسيم او الفوتون)	$\lambda = \dfrac{h}{p}$
مبدأ اللادقة لهايزنبيرك اللادقة او الخطأ في قياس موضع الجسيم هي (Δx) اللادقة في قياس زخم الجسيم هي (Δp)	$\Delta x\ \Delta p \geq \dfrac{h}{4\pi}$
اقل (ادنى) لادقة لإحدى الكميتين (Δx) و (Δp)	$\Delta x\ \Delta p = \dfrac{h}{4\pi}$

أسئلة الفصل السادس

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- عند ارتفاع درجة الحرارة المطلقة فأن ذروة التوزيع الموجي للاشعاع المنبعث من الجسم الأسود تنزاح نحو:

(a) الطول الموجي الاطول. (b) الطول الموجي الاقصر. (c) التردد الاقصر. (d)ولا واحدة منها.

الجواب: (b) الطول الموجي الاقصر.

2- (د3 2015) العبارة (في كل نظام ميكانيكي لابد من وجود موجات ترافق (تصاحب) حركة الجسيمات المادية) هي تعبير عن:

(a) مبدا اللادقة لهايزنبرك. (b) اقتراح بلانك. (c) قانون لينز. (d) فرضية دي برولي.

الجواب: (d) فرضية دي برولي.

3- (د21خا 2014 ، د1خا 2015) يمكن فهم الظاهرة الكهروضوئية على أساس:

(a) النظرية الكهرومغناطيسية. (b) تداخل الموجات الضوئية.

(c) حيود الموجات الضوئية. (d) ولا واحدة منها.

الجواب: (d) ولا واحدة منها.

4- (د1 2015) إحدى الظواهر التالية تعد احد الأدلة التي توكد ان للضوء سلوكا جسيميا:

(a) الحيود. (b) الظاهرة الكهروضوئية. (c) الإستقطاب. (d) التداخل.

الجواب: (b) الظاهرة الكهروضوئية.

5- (د2 2013) افترض انه قيس موضع جسيم بدقة تامة، اي ان $(\Delta x = 0)$، فإن اقل لادقة في زخم هذا الجسيم تساوي: :

(a) $\frac{h}{4\pi}$ (b) $\frac{h}{2\pi}$ (c) مالانهاية. (d) صفر.

الجواب: (c) مالانهاية.

6- اذا كان طول موجة دي برولي المرافقة لجسيم كتلته (m) هو (λ). فان الطاقة الحركية للجسيم تساوي:

(a) $\frac{2mh^2}{\lambda^2}$ (b) $\frac{\lambda^2}{2mh^2}$ (c) $\frac{h}{2m\lambda}$ (d) $\frac{h^2}{2m\lambda^2}$

الجواب: (d) $\frac{h^2}{2m\lambda^2}$

7- (ت2014، د2خ 2014،ت 2016) عند مضاعفة شدة الضوء الساقط بتردد معين مؤثر في سطح معدن معين يتضاعف مقدار:

(a) الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة. (b) جهد الايقاف.

(c) زخم الفوتون. (d) تيار الاشباع.

الجواب: (d) تيار الاشباع.

8- (د1 2014) كثافة الاحتمالية لايجاد الجسيم في نقطة ولحظة معينتين تتناسب:

(a) طرديا مع $|\Psi|^2$ (b) عكسيا مع $|\Psi|^2$ (c) طرديا مع $|\Psi|$ (d) عكسيا مع $|\Psi|$

الجواب: طرديا مع $|\Psi|^2$

9- (د3 2015) اذا كان طول موجة دي برولي المرافقة لالكترون كتلته (m) يتحرك بانطلاق مقداره (v) يساوي (λ)، فاذا انخفض انطلاقه الى ($\frac{v}{2}$)، فإن طول موجة دي برولي المرافقة له تصير:

(a) 4λ (b) 2λ (c) $\frac{\lambda}{4}$ (d) $\frac{\lambda}{2}$

الجواب: (b) 2λ

10- (د2 2015) العبارة (من المستحيل ان نقيس آنيا (في الوقت نفسه) الموضع بالضبط وكذلك الزخم الخطي بالضبط لجسيم) هي تعبير عن:

(a) قانون فاراداي. (b) قانون ازاحة فين. (c) قانون ستيفان - بولتزمان. (d) مبدأ اللادقة لهايزنبرك.

الجواب: (d) مبدأ اللادقة لهايزنبرك.

11- (د2 2014) الموجات المرافقة لحركة جسيم مثل الالكترون هي:

(a) موجات ميكانيكية طولية. (b) موجات ميكانيكية مستعرضة.
(c) موجات كهرومغناطيسية. (d) موجات مادية.

الجواب: (d) موجات مادية.

س2 ماذا يقصد بالجسم الاسود وكيف يمكننا تمثيله عمليا؟؟

الجواب: **الجسم الأسود:** هو نظام مثالي يمتص جميع الإشعاعات الساقطة عليه (وهو أيضا مشع مثالي عندما يكون مصدرا للإشعاع). وكتقريب جيد يمكننا تمثيل الجسم الأسود عمليا بفتحة ضيقة داخل فجوة (أو جسم أجوف).

س3 لماذا فشلت المحاولات العديدة لدراسة وتفسير الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الجسم الاسود كدالة للطول الموجي عند درجة حرارة معينة وفقا لقوانين الفيزياء الكلاسيكية ؟؟

الجواب: أن فشل هذه المحاولات كان ناجما من أفتراض ان الطاقة المنبعثة هي مقادير مستمرة (غير محددة اي بمقادير غير منفصلة بعضها عن بعض .

س4 ما هو اقتراح العالم بلانك والمتعلق باشعاع وامتصاص الطاقة بالنسبة للجسم الاسود؟

الجواب: إقترح (إفترض) العالم بلانك ان الجسم الأسود يمكن أن يشع ويمتص طاقة على شكل كمات محددة ومستقلة في الطاقة تُعرف بإسم الفوتونات. وهذا يعني أن الطاقة هي مكماة، حيث تعطى طاقة الفوتون (E) حسب العلاقة: $E = h f$ اذ ان (h) هو ثابت بلانك. (f) هو تردد الفوتون.

س5 ما المقصود بكل مما ياتي: الميكانيك الكمي ، تردد العتبة لمعدن، دالة الشغل لمعدن.

الجواب:

(1) **الميكانيك الكمي :** هو فرع من فروع الفيزياء وهو مخصص (مكرس) لدراسة حركة الاشياء والتي تأتي بحزم صغيرة جدا، أوكمات.

(2) **تردد العتبة لمعدن** (f_0)**:** هو أقل تردد للضوء الساقط يولد الانبعاث الكهروضوئي لذلك المعدن، وهو يعد خاصية مميزة للمعدن المضاء حيث ان لكل معدن يمتلك تردد عتبة خاصا به. ويقاس بوحدة الهرتز (Hz).

(3) (د1 2015) **دالة الشغل لمعدن** (w)**:** هي أقل طاقة يرتبط بها الالكترون بالمعدن ،حيث ان لكل معدن دالة شغل خاصة به . وتحسب دالة الشغل (w) بالعلاقة الاتية: $w = hf_0$

حيث أن (h) هي ثابت بلانك ، و (f_0) هي تردد العتبة للمعدن.

س6 (د2ت 2013) على ماذا تدل كل من :

(a) القيمة الكبيرة الى $|\Psi|^2$ لجسيم في مكان وزمان معينين.

(b) القيمة الصغيرة الى $|\Psi|^2$ لجسيم في مكان وزمان معينين.

(أذ أن تمثل (Ψ) دالة الموجة للجسيم).

الجواب : (a) القيمة كبيرة الى $|\Psi|^2$ تعني احتمالية كبيرة لوجود الجسيم في المكان والزمان المعينين،

(b) القيمة الصغيرة الى $|\Psi|^2$ تعني احتمالية صغيرة لوجود الجسيم في المكان والزمان المعينين.

س7 (د1خا 2013، د1 2015) علل/ عادة يفضل استعمال خلية كهروضوئية نافذتها من الكوارتز بدلا من الزجاج في تجربة الظاهرة الكهروضوئية.

الجواب: وذلك لكى تمرر النافذة المصنوعة من الكوارتز الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي. وبذلك يكون مدى الترددات المستعملة في التجربة أوسع.

س8 (د1 2013) **أيسلك الضوء سلوك الجسيمات ام يسلك سلوك الموجات ؟**

الجواب: ان الإجابة على هذا السؤال تعتمد على الظاهرة التي يتم دراستها. حيث أن بعض التجارب يظهر الضوء فيها الصفة الجسيمية اي يسلك سلوك الجسيمات والبعض الاخر يظهر الضوء صفة موجية اي يسلك سلوك الموجات. كما في الظواهر التالية:

(1) الضوء الذي يمكنه اخراج الالكترونات من المعادن كما في الظاهرة الكهروضوئية، يعنى ذلك ان الضوء يسلك سلوك الجسيمات.

(2) ان نفس هذا الضوء يمكن ان يحدث حيودا بمعنى ان الضوء يسلك سلوك الموجات.

س9 (د2 2015) **ما النظرة الحديثة لطبيعة الضوء؟**

الجواب: النظرة الحديثة لسلوك الضوء تأخذ السلوك الثنائي (المزدوج) (موجي وجسيمي)، اي ان طاقة الاشعاع تنتقل بشكل فوتونات يقودها باتجاه سيرها مجال موجي (جسيمات ترافقها موجات). و في حالة او ظرف معين يسلك الضوء اما الصفة الجسيمية او الصفة الموجية ولكن ليس كلاهما في آن واحد، اي ان كل من النظرية الجسيمية للضوء والنظرية الموجية للضوء يكمل بعضها الآخر.

س10 **لا يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للاجسام الاعتيادية المتحركة في حياتنا اليومية في العالم البصري، مثل سيارة متحركة، لماذا؟**

الجواب: وذلك لأن الطول الموجي المرافق أو المصاحب لحركة الجسيمات الاعتيادية في حياتنا اليومية مثل السيارة المتحركة يكون من الصغر بحيث أن سلوكها الموجى مثل التداخل والحيود لايمكن ملاحظته، لأن كتلة الجسم كبيرة نسبيا فإن فان طول موجة دي برولي المرافقة له يكون صغير جدا $\lambda = \frac{h}{mv}$، أي ان العلاقة عكسية، مما يجعل الخواص الموجية للاجسام الكبيرة نسبيا مهملة.

س11 **سقط ضوء طاقته تساوي (5eV) على معدن الالمنيوم فانبعثت الكترونات ضوئية. وعند سقوط الضوء نفسه على معدن البلاتين لم تنبعث الكترونات ضوئية. فسر ذلك اذا علمت ان دالة الشغل لمعدن الألمنيوم تساوي (4.08eV) ودالة الشغل لمعدن البلاتين تساوي (6.35eV).**

الجواب:

1. في حالة معدن الالمنيوم ، إنبعثت ألكترونات ضوئية لأن طاقة فوتون الضوء الساقط (5eV) هي أكبر من دالة شغل معدن الألمنيوم (4.08eV) وبذلك تكون الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة تساوي (0.92eV) حسب العلاقة: $(kE)_{max} = hf - w$
2. أما في حالة معدن البلاتين فلا تنبعث ألكترونات ضوئية لأن طاقة فوتون الضوء الساقط (5eV) هي أقل من دالة شغل معدن البلاتين (6.35eV)، حسب العلاقة السابقة .

س12 (د2 2015) **ما الكمية التي يهتم بدراستها الميكانيك الكمي، وماذا يقصد بها؟**

الجواب: ان الكمية التي يهتم بها الميكانيك الكمي هى دالة الموجة (Ψ).

و **دالة الموجة:** هي الكمية التي تغيراتها تشكل الموجات المادية، ودالة الوجة هي صيغة رياضية إذ أن قيمة دالة الموجة المرافقة لجسيم متحرك في نقطة معينة في الفضاء ولزمن معين تتعلق باحتمالية (أرجحية) إيجاد الجسيم في ذلك المكان والزمان، حيث كثافته الاحتمالية ، أي الاحتمالية لوحدة الحجم، لايجاد الجسيم الذي يوصف بدالة الموجة (Ψ) في نقطة معينة في الفضاء ولزمن معين تتناسب تناسبا طرديا مع قيمة $|\Psi|^2$ في دلك المكان والزمان المعينين.

س13 **فسر عدم ملاحظتنا لمبدأ اللادقة في حياتنا ومشاهدتنا اليومية الاعتيادية في العالم البصري، مثلا لكرة قدم متحركة؟**

الجواب: أن عدم ملاحظتنا لمبدأ اللادقة $(\Delta E\ \Delta t \geq \frac{h}{4\pi})$ في حياتنا ومشاهدتنا اليومية الاعتيادية في العالم البصري هو بسبب القيمة الصغيرة جدا لثابت بلانك $(h = 6.663 \times 10^{-34}\ J.s)$.

س14 **عند سقوط اشعة فوق بنفسجية على القرص المعدنى لكشاف كهربائي مشحون بشحنة سالبة فاننا نلاحظ انطباق ورقتيه اولا، وباستمرار سقوط هذه الاشعة على القرص المعدني نلاحظ انفراج ورقتيه مرة اخرى، بين سبب ذلك اذا علمت ان طاقة الاشعة فوق البنفسجية الساقطة هى اكبر من دالة شغل المعدن المصنوع منه القرص.**

الجواب: بما أن طاقة فوتون الأشعة فوق البنفسجية هي أكبر من دالة شغل المعدن المصنوع منه قرص الكشاف الكهرباني فبالتالي فانه يمتلك طاقة كافية تمكنه من أنبعاث الالكترونات الضوئية (السالبة الشحنة) من قرص الكشاف الكهرباني بوساطة الظاهرة الكهروضوئية وحسب العلاقة : $(kE)_{max} = hf - w$
وبذلك سوف تقل شحنة الكشاف الكهرباني السالبة تدريجيا حتى تنتهي بالكامل وعندها يصبح الكشاف الكهرباني متعادلا فتنطبق ورقتاه. وبإستمرار سقوط الأشعة فوق البنفسجية تستمر الظاهرة الكهروضوئية بالحدوث ويستمر إنبعاث الالكترونات الضوئية من معدن القرص فتصبح شحنة معدن القرص في هذه الحالة موجبة وذلك لفقدانها عدد من ألكترونات معدن القرص وبالتالي سوف تنفرج الورقتان مرة أخرى لشحنهما بشحنة موجبة هذه المرة (أي تتنافر الورقتان) .

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

مسائل الفصل السادس

إستفد :

ثابت بلانك = $6.63\times10^{-34}\ (J.s)$

كتلة الألكترون = $9.11\times10^{-31}\ (kg)$

شحنة الألكترون = $1.6\times10^{-19}\ (C)$

$1eV = 1.6\times10^{-19}\ (J)$

سرعة الضوء في الفراغ $(c) = 3\times10^{8} m/s$

س1 **إذا علمت ان الطول الموجي المقابل لذروة الاشعاع المنبعث من نجم بعيد تساوي $(480nm)$، فما درجه حرارة سطحه؟ اعتبر النجم يشع كجسم اسود.**

الحل

$$\lambda_m T = 2.898\times10^{-3} \rightarrow T = \frac{2.898\times10^{-3}}{480\times10^{-9}} = 6037.5\ {}^{o}K$$

س2 **افترض ان ثابت بلانك أصبحت قيمته تساوي $(66\ J.s)$، كم سيكون طول موجة دي برولي المرافقة لشخص كتلته $(80kg)$ ويجري بانطلاق مقداره $(1.1\frac{m}{s})$؟**

الحل

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{66}{80\times1.1} = \frac{3}{4} = 0.75\ m$$

س3 **فوتون طوله الموجي $(3nm)$. احسب مقدار زخمه؟**

الحل

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}}{3\times10^{-9}} = 2.21\times10^{-25}\ kg.\frac{m}{s}$$

س4 سقط ضوء طول موجته تساوي (300nm) على سطح معدن، فإذا كان طول موجة العتبة لهذا المعدن يساوي (500nm) . جد جهد القطع اللازم لايقاف الالكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى؟

الحل

$$\lambda = 300nm = 300 \times 10^{-9} = 3 \times 10^{-7}m$$

$$\lambda_o = 500nm = 500 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-7}m$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{3 \times 10^{-7}} = 6.63 \times 10^{-19}\ J$$

$$w = \frac{hc}{\lambda_o} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{5 \times 10^{-7}} = 3.978 \times 10^{-19}\ J$$

$$KE_{max} = E - w = 6.63 \times 10^{-19} - 3.978 \times 10^{-19} = 2.652 \times 10^{-19} J$$

$$V_S = \frac{KE_{max}}{e} = \frac{2.652 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.657\ V$$

س5 د2 2014 يتوقف تحرير الالكترونات الضوئية من سطح مادة عندما يزيد طول موجة الضوء الساقط عليه عن (600nm) فاذا اضيء سطح المعدن نفسه بضوء طول موجته (300nm) فما الطاقة الحركية العظمى التي تنبعث بها الالكترونات الضوئية من سطح المعدن مقدرة بوحدة الجول (J) اولا ووحدة الالكترون - فولط (eV) ثانيا؟

الحل

$$\lambda = 300nm = 300 \times 10^{-9} = 3 \times 10^{-7}m$$

$$\lambda_o = 600nm = 600 \times 10^{-9} = 6 \times 10^{-7}m$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{3 \times 10^{-7}} = 6.63 \times 10^{-19}\ J$$

$$w = \frac{hc}{\lambda_o} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{6 \times 10^{-7}} = 3.315 \times 10^{-19}\ J$$

$$KE_{max} = E - w = 6.63 \times 10^{-19} - 3.315 \times 10^{-19} = 3.315 \times 10^{-19} J$$

$$KE_{max} = \frac{3.315 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.072\ eV$$

س6 د1 2013، د3 2015

سقط ضوء طول موجته يساوي $(10^{-7} m)$ على سطح مادة دالة شغله تساوي $(1.67 \times 10^{-19} J)$ فانبعثت الكترونات ضوئية من السطح، جد:

a) **الانطلاق الاعظم للالكترونات الضوئية المنبعثة من سطح المعدن.**

b) **طول موجة دي برولي المرافقة للالكترونات الضوئية المنبعثة ذوات الانطلاق الاعظم.**

الحل

(a) $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{10^{-7}} = 19.89 \times 10^{-19}\ J$

$KE_{max} = E - w = 19.89 \times 10^{-19} - 1.67 \times 10^{-19} = 18.22 \times 10^{-19} J$

$KE_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2 \rightarrow v_{max}^2 = \frac{2KE_{max}}{m_e} = \frac{2\times18.22\times10^{-19}}{9.11\times10^{-31}} = 4 \times 10^{12}$

$\therefore v_{max} = 2 \times 10^{6}\ \frac{m}{s}$

(b) $\lambda = \frac{h}{m_e v_{max}} = \frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times2\times10^{6}} = 0.364 \times 10^{-9}\ m$

س7

سقط ضوء تردده $(0.6 \times 10^{15} Hz)$ على سطح معدن فوجد ان جهد الايقاف للالكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى يساوي $(0.18V)$، وعندما سقط ضوء تردده $(1.6 \times 10^{15} Hz)$ على نفس سطح المعدن وجد ان جهد الايقاف يساوي $(4.324V)$. جد قية ثابت بلانك.

الحل

$KE_{max} = E - w$

$V_{S1} e = hf_1 - w \ ...... (1)$

$V_{S2} e = hf_2 - w \ ...... (2)$

$V_{S2} e - V_{S1} e = hf_2 - hf_1 \rightarrow (V_{S2} - V_{S1})e = (f_2 - f_1)h$

$$h = \frac{(V_{S2} - V_{S1})e}{f_2 - f_1} = \frac{(4.324 - 0.18) \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{15} - 0.6 \times 10^{15}} = \frac{4.144 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1 \times 10^{15}}$$

$h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$

س8 د2خ 2014

جد طول موجة دي برولي المرافقة لألكترون تم تعجيله خلال فرق جهد مقداره $(100V)$؟

الحل

$KE_{max} = Ve = 100 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-17}\ J$

$KE_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2 \Rightarrow v_{max}^2 = \frac{2KE_{max}}{m_e} = \frac{2\times1.6\times10^{-17}}{9.11\times10^{-31}} = \frac{3.2}{9.11} \times 10^{14} = 0.35 \times 10^{14}$

$\therefore v_{max} = 0.59 \times 10^{7}\ \frac{m}{s}$

$$\lambda = \frac{h}{m_e v_{max}} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 0.59 \times 10^{7}} = 1.23 \times 10^{-10}\ m$$

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س9 ت 2014 ، د1ن 2015 ، د2ن 2015

يتحرك الكترون بانطلاق مقداره $(663\ \frac{m}{s})$، جد:

a) **طول موجة دي برولي المرافقة للالكترون.**

b) **اقل خطأ في موضع الالكترون إذا كان الخطأ في انطلاقه يساوي (0.05%) من انطلاقه الأصلي.**

الحل

(a) $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times663} = 0.00109\times10^{-3}\ \text{m} = 1.09\times10^{-6}\ \text{m}$

(b) $\Delta v = 0.05\%\ v = \frac{0.05}{100}\times 663 = 3315\times10^{-4}\ \frac{m}{s}$

$$\Delta x\Delta p = \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \quad \Delta x = \frac{h}{4\pi\Delta p} = \frac{h}{4\pi m\Delta v} = \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times3.14\times9.11\times10^{-31}\times3315\times10^{-4}}$$

$$\therefore\ \Delta x = \frac{10^{-36}}{114.4216\times5\times10^{-35}} = 0.001748\times10^{-1} = 1.748\times10^{-4}\ \text{m}$$

س10

بروتون طاقته الحركية تساوي $(1.6\times10^{-13}\ J)$ اذا كانت اللادقة في زخمه تساوي (5%) من زخمه الاصلي، فما هي اقل لادقة في موضعه؟ على فرض ان كتلة البروتون تساوي $(1.67\times10^{-27}kg)$.

الحل

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow\ v^2 = \frac{2KE}{m} = \frac{2\times1.6\times10^{-13}}{1.67\times10^{-27}} = 1.9\times10^{14} \Rightarrow\ \ v = 1.37\times10^{7}\ \frac{m}{s}$$

$$p = mv = 1.67\times10^{-27}\times1.37\times10^{7} = 2.3\times10^{-20}\ kg.\frac{m}{s}$$

$$\Delta p = 5\%\ p = \frac{5}{100}\times2.3\times10^{-20} = 11.5\times10^{-22}\ kg.\frac{m}{s}$$

$$\Delta x\Delta p = \frac{h}{4\pi} \Rightarrow\ \ \Delta x = \frac{h}{4\pi\Delta p} = \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times3.14\times11.5\times10^{-22}} = 0.0459\times10^{-12}\ \text{m}$$

س11

جد انطلاق الكترون والذي يجعل طول موجة دي برولي المرافقة له مساوية الى طول موجة أشعة سينية ترددها يساوي $(3.25\times10^{17}Hz)$.

الحل

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^{8}}{3.25\times10^{17}} = \frac{12}{13}\times10^{-9}\ \text{m} = 0.92\times10^{-9}\text{m}$$

$$\lambda = \lambda_x \Rightarrow\ \frac{h}{mv} = \lambda_x \Rightarrow\ \frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times v} = 0.92\times10^{-9}$$

$$\therefore\ v = \frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times0.92\times10^{-40}} = 0.97\times10^{6}\ \frac{m}{s}$$

س12 افترض ان اللادقة في موضع جسيم كتلته (m) وانطلاقه (v) تساوي طول موجة دي برولي المرافقة له ، برهن على ان:

$$\frac{\Delta v}{v} \geq \frac{1}{4\pi}$$

اذ ان (Δv) هي اللادقة في انطلاق الجسيم.؟

الحل

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{4\pi \Delta p} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{4\pi m \Delta v}$$

$$\Delta x = \lambda$$

$$\therefore \lambda \geq \frac{h}{4\pi m \Delta v} \Rightarrow \frac{h}{mv} \geq \frac{h}{4\pi m \Delta v} \Rightarrow \frac{1}{v} \geq \frac{1}{4\pi \Delta v} \Rightarrow \frac{\Delta v}{v} \geq \frac{1}{4\pi}$$

حلول فكر

فكر / ص185

ثلاثة معادن مختلفة (a، b، c) أسقط على كل واحد منها ضوء تردده $(0.85 \times 10^{15} Hz)$.

فإذا كان تردد العتبة لكل منهم على الترتيب هو :

a- 1.14×10^{15} (Hz)

b- 0.59×10^{15} (Hz)

c- 1.53×10^{15} (Hz)

لأي من المعادن الثلاثة تحصل الظاهرة الكهروضوئية ؟ ولماذا ؟

الجواب : تحصل الظاهرة الكهروضوئية للمعدن (**b**)، لأن تردد العتبة له 0.59×10^{15} (Hz) هو أقل من تردد الضوء الساقط $(0.85 \times 10^{15} Hz)$.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل السابع

التيار المتناوب

Solid State Electronics

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل السابع الالكترونيات الحالة الصلبة

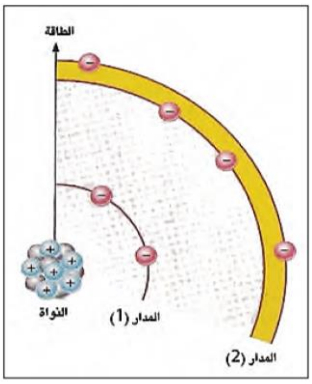
س/ على ماذا يعتمد أساس عمل الأجهزة الالكترونية (مثل الراديو والرادار ومكبرات الصوت واجهزة البث والتسلم والخ..)؟

ج/ تعتمد على الثنائيات البلورية المختلفة والترانزستورات والدوائر المتكاملة.

المدارات الالكترونية ومستويات الطاقة

س/ ما الأغلفة الالكترونية التي تشارك الكتروناتها في التفاعلات الكيمائية والتي تحدد الخواص الالكترونية للمادة؟

ج/ الأغلفة الثانوية الخارجية الأكثر بعدا عن النواة والتي تسمى أغلفة التكافؤ هي التي تشارك الكتروناتها والتي تسمى الكترونات التكافؤ في التفاعلات الكيميائية وتحدد الخواص الالكترونية للمادة.



س/ ما المقصود بـ غلاف التكافؤ؟

ج/ **غلاف التكافؤ:** هو الغلاف الخارجي الأكثر بعدا عن النواة ويشغل هذا الغلاف على الكترونات تسمى الكترونات التكافؤ.

س/ ما المقصود بـ الكترونات التكافؤ؟ (ماهي خواص ومميزات الكترونات التكافؤ)؟

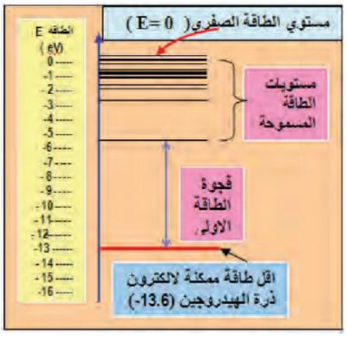
ج/ **الكترونات التكافؤ:** هي الكترونات الاغلفة الخارجية الابعد عن النواة. وتمتاز:

1. تشغل (موجودة في الغلاف الثانوي الخارجي الاكثر بعدا عن النواة الذي يسمى غلاف التكافؤ.
2. الكترونات تمتلك اكبر قدر من الطاقة.
3. هذه الكترونات تكون ضعيفة الارتباط جدا مع نواة ذرتها مقارنة بالالكترونات الاقرب الى النواة.
4. الكترونات التكافؤ تسهم في التفاعلات الكيميائية وهي التي تحدد الخواص الالكترونية للمادة.

س/ (د1خا 2013) ما المقصود بـ مستوى الطاقة الصفري في ذرة الهيدروجين $(E = 0)$؟ وما اقل مقدار طاقة يمكن ان يملكه الالكترون في هذه الذرة؟

ج/ **مستوى الطاقة الصفري** $(E = 0)$: هو اعلى مستوي للطاقة في الذرة. وكل الكترون يشغل مستوى اوطئ منه فأنه يمتلك طاقة سالبة نسبة الى مستوى الطاقة الصفري $(E = 0)$ وذلك بسبب ارتباط الالكترون بقوة جذب مع النواة.

- وأن اقل مقدار طاقة يمكن أن يمتلكه الالكترون في ذرة الهيدروجين يساوي $(-13.6\ eV)$، وهذا يعني عند اكتساب هذا الالكترون طاقة مقدارها $(+13.6\ eV)$ يتحرر من ذرة الهيدروجين (وهو في المستوى الارضي). وهذا ينطبق فقط على الذرة المنفردة.



هذا الشكل يمثل مخططا ذا بعد واحد لمستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين، اذ ان المحور الشاقولي يمثل الطاقة (E) المقاسة بـ (ev) على التدريج السالب.

الموصلات والعوازل وأشباه الموصلات

س/ بماذا تتميز كل من المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة ؟

الموصلات تمتاز:

1. هي المواد التي يسهل أنسياب التيار الالكتروني من خلالها بسهولة، حيث تتحرك الشحنات الكهربائية بسهولة في الموصلات (من امثلتها النحاس، الفضة، الذهب، والالمنيوم).
2. تمتاز ذراتها بأن لها الكترون تكافؤ واحد يرتبط مع النواة ارتباطا ضعيفا جدا. وهذه الالكترونات تتمكن بسهولة من فك ارتباطها مع النواة وتصبح حرة الحركة (الكترونات حرة).
3. المواد الموصلة تحتوي وفرة من الالكترونات الحرة، فينشأ تيار الكتروني خلال الموصل بتسليط فرق جهد مناسب بين طرفيه نتيجة لحركة الالكترونات الحرة باتجاه واحد.
4. المقاومة الكهربائية النوعية للمواد الموصلة بحدود $(10^{-8} - 10^{-5} \Omega.m)$.

العوازل تمتاز:

1. هي المواد لا تسمح بانسياب التيار الالكتروني من خلالها في الظروف الاعتيادية ، ومن امثلتها (الزجاج والشمع).
2. تكون الكترونات التكافؤ فيها مرتبطة ارتباطا وثيقا بالنواة.
3. المقاومة الكهربائية النوعية للمواد العازلة تقع بحدود $(10^{10} - 10^{16}\ \Omega.m)$.

اشباه الموصلات تمتاز:

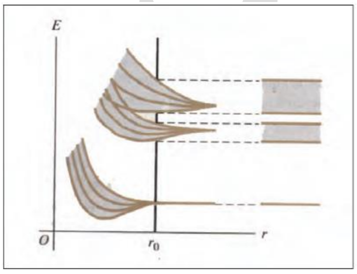
1. هي المواد التي تتحرك الشحنات الكهربائية فيها بحرية أقل مما هي عليه في الموصل ومن امثلتها (السليكون والجرمانيوم).
2. ان المقاومة الكهربائية النوعية لمادة شبه الموصل تقع بين المقاومة النوعية للمواد الموصلة والمواد العازلة في قابليتها على التوصيل الكهربائي والتي تقع بحدود $(10^{-5} - 10^{8}\ \Omega.m)$.

حزم الطاقة في المواد الصلبة

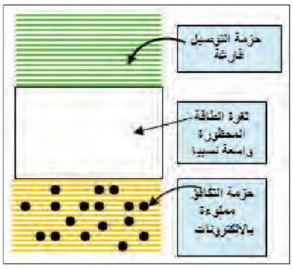
- ان الكترونات الذرة المنفردة تدور حول النواة بمدارات محددة وان لكل مدار مستوى محدد من الطاقة. وأن المواد الصلبة تحتوي على عددا هائلا من الذرات المتراصة.

س/ كيف ستكون مستويات الطاقة للمواد الموصلة؟

ج/ تتداخل مستويات الطاقة مع بعضها بسبب العدد الهائل من الذرات المتراصة في المواد الموصلة ، مما يؤدي إلى تأثر الكترونات اية ذرة بالكترونات الذرات الأخرى المجاورة لها في المادة نفسها، ونتيجة لهذا التفاعل بين الذرات المتجاورة في المادة الواحدة تقسم مستويات الطاقة المسموح بها في الأغلفة الثانوية الخارجية المتقاربة جدا من بعضها بشكل حزم، وكل حزمة منها ذات مستويات طاقة ثانوية متقاربة جدا مع بعضها مكونة ما يسمى حزم الطاقة.



شكل (4) للاطلاع يوضح حزم الطاقة



س/ هناك نوعان من حزم الطاقة التي تحدد الخواص الالكترونية للمادة؟ وضح مع الرسم

ج/ هناك نوعان من حزم الطاقة التي تحدد الخواص الالكترونية وهي:

(1) **<u>الحزمة الاولى (حزمة التكافؤ):</u>**

a. **تحتوي مستويات طاقة مسموح بها ذات طاقة واطئة.**

b. **تكون مملوءة كليا او جزئيا بالألكترونات ولايمكن ان تكون خالية من الألكترونات.**

c. **الكتروناتها تسمى <u>بإلكترونات التكافؤ</u>.**

d. **لا تتمكن الكترونات التكافؤ من الحركة بين الذرات المتجاورة بسبب قربها من النواة، فهي ترتبط بالنواة بقوى كبيرة نسبيا.**

(2) **<u>الحزمة الثانية (حزمة التوصيل):</u>**

a. **تحتوي مستويات طاقة مسموح بها ذات طاقة عالية، اعلى من مستويات الطاقة المسموح بها في حزمة التكافؤ.**

b. **الكتروناتها تسمى <u>بإلكترونات التوصيل</u>.**

c. **تتمكن الكترونات التوصيل من الأنتقال بسهولة لتشارك في عملية التوصيل الكهربائي.**

س/ ما المقصود ثغرة الطاقة المحظورة؟ وكيف ينتقل الالكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل؟

ج/ <u>ثغرة الطاقة المحظورة</u>: هي فجوة تفصل بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل لاتحتوي مستويات طاقة مسموحا بها ولاتسمح للالكترونات ان تشغلها، ولكي ينتقل الكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر ثغرة الطاقة المحظورة يتطلب ان يكتسب طاقة كافية من مصدر خارجي (بشكل طاقة حرارية او طاقة ضوئية او بتأثير مجال كهربائي)، مقدارها لا يقل عن مقدار ثغرة الطاقة المحظورة.



س/ (ت 2013) (د2 2015) / بماذا تتميز (تتصف) حزم الطاقة في المواد الموصلة (كالمعادن مثلا)؟

(1) **تتداخل حزمة التكافؤ مع حزمة التوصيل**

(2) **تنعدم ثغرة الطاقة المحظورة بين حزمتي التكافؤ والتوصيل.**

(3) **تقل قابلية التوصيل الكهربائي في المعادن بارتفاع درجة حرارتها. نتيجة لازدياد مقاومتها الكهربائية (وذلك لازدياد المعدل الزمني للطاقة الاهتزازية للذرات او الجزيئات).**



س/ (د2 2015) (ت 2016) / بماذا تتميز (تتصف) حزم الطاقة في المواد العازلة؟

(1) **حزمة التكافؤ مملوءة بالكترونات التكافؤ.**

(2) **حزمة التوصيل تكون خالية من الالكترونات.**

(3) **ثغرة الطاقة المحظورة تكون واسعة نسبيا.**

(4) **ان المادة العازلة لاتمتلك قابلية توصيل كهربائية، وسبب ذلك كون ثغرة الطاقة المحظورة في الماد العازلة واسعة نسبيا (مقدارها حوالي 5eV) او اكثر من ذلك.**

س/ (د2ت 2013)/ **علل / تمتلك المعادن قابلية توصيل كهربائية عالية؟** (د3 2015) هل تمتلك المعادن قابلية توصيل كهربائي عالية؟ وضح)

ج/ لانعدام ثغرة الطاقة المحظورة وتداخل حزمة التكافؤ مع حزمة التوصيل. لذلك تكون الكترونات التكافؤ حرة الحركة في المادة الموصلة.

س/ لماذا تقل قابلية التوصيل الكهربائي في المعادن بارتفاع درجة حرارتها؟

ج/ وذلك بسبب ازدياد مقاومتها الكهربائية (وذلك لازدياد المعدل الزمني للطاقة الاهتزازية للذرات والجزيئات).

س/ (د2خ 2014) /**علل / المادة العازلة لا تمتلك قابلية توصيل كهربائية؟**

ج/ وذلك لان ثغرة الطاقة المحظورة في المادة العازلة واسعة نسبيا (مقدارها حوالي 5eV) لذا فان الكترونات حزمة التكافؤ لا تتمكن من عبور ثغرة الطاقة المحظورة والانتقال إلى حزمة التوصيل عندما تكون الطاقة المجهزة اقل من ثغرة الطاقة المحظورة وبالنتيجة تبقى حزمة التكافؤ مملوءة بالالكترونات وحزمة التوصيل خالية من الالكترونات.

س/ (د3 2014)/ **ماذا يحصل عند تسليط مجال كهربائي كبير المقدار على المادة العازلة اوتعرضها لتأثير حراري كبير؟**

ج/ ان ذلك يتسبب في حدوث انهيار العازل فينساب تيار قليل جدا خلاله.



س/ (د2ن 2015)/ **بماذا تتميز (تتصف) حزم الطاقة في أشباه الموصلات؟**

ج/عند درجات حرارية منخفضة جدا (عند درجة الصفر كلفن 0K) وفي انعدام الضوء، تسلك مادة شبه الموصل النقية سلوك المادة العازلة، لذا (عند هذه الظروف) فان:

(1)حزمة التكافؤ تكون مملوءة بالكترونات التكافؤ.

(2)حزمة التوصيل خالية من الالكترونات.

(3)ثغرة الطاقة المحظورة ضيقة نسبيا.

س/ ت 2015/ **يسلك شبه الموصل النقي سلوك العازل عند درجات حرارية منخفضة جدا وانعدام الضوء؟**

(1)لان حزمة التكافؤ تكون مملوءة بالكترونات التكافؤ.

(2)حزمة التوصيل خالية من الالكترونات.

(3)ثغرة الطاقة المحظورة ضيقة نسبيا.

س/ د1خا 2015/ **ما تأثير ارتفاع درجة الحرارة في قابلية التوصيل الكهربائي للموصلات واشباه الموصلات؟ وضح ذلك.**

ج/- عند ارتفاع درجات الحرارة في الموصلات تقل قابليتها على التوصيل الكهربائي بسبب ازدياد مقاومتها الكهربائية (وذلك لازدياد المعدل الزمني للطاقة الاهتزازية للذرات والجزيئات).

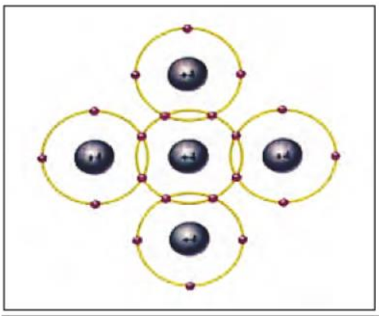
- عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل النقي الى درجة حرارة الغرفة (300K)، تكتسب الكترونات التكافؤ طاقة كافية لكسر بعض الأواصر التساهمية فتتمكن من الانتقال عبر ثغرة الطاقة المحظورة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل ، وهذه الالكترونات تكون حرة في حركتها خلال حزمة التوصيل.

اشباه الموصلات النقية

س/ ما اهم انواع اشباه الموصلات الاكثر استعمالا في التطبيقات الالكترونية؟ ولماذا تعتبر بلورة السليكون في حالة استقرار كيميائي؟

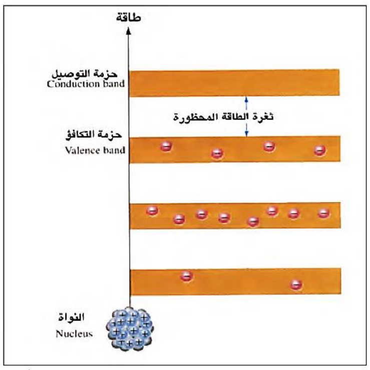
(1) يعد الجرمانيوم (Ge) والسيلكون (Si) من اهم اشباه الموصلات الاكثر استعمالا في التطبيقات الالكترونية.

(2) تحتوي كل ذرة منهما على اربعة الكترونات تكافؤ.



(3) كل ذرة سيلكون (Si) تتحد بوساطة الكترونات التكافؤ الاربعة مع أربع ذرات مجاورة لها من السليكون، وبهذا تنشأ ثمانية الكترونات تكافؤ، يكون كل زوج منها آصرة تساهمية تربط كل ذرتين متجاورتين في بلورة السليكون لذلك تجعل البلورة في حالة استقرار كيميائي.

(هذا الشكل يبين حزم الطاقة لذرات السيلكون النقي عند درجة حرارة الصفر كلفن $0K$)



س/هل من يمكن جعل شبه الموصل النقي يمتلك قابلية التوصيل الكهربائي؟

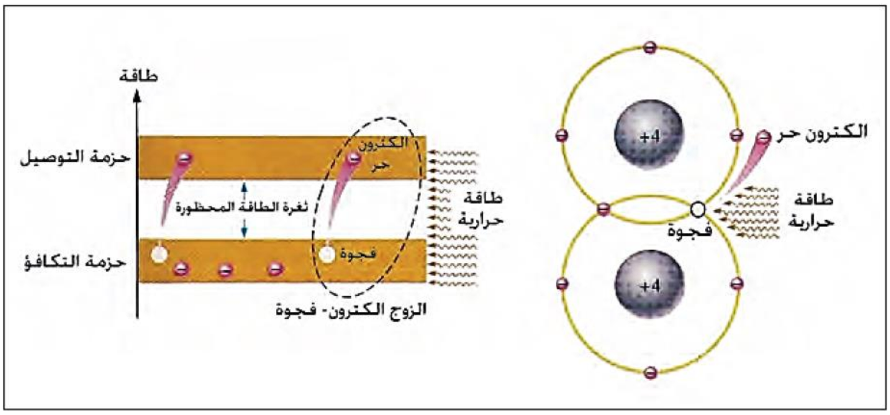
ج/ نعم يمكن ، عن طريق تسليط طاقة كافية من مصدر خارجي اما باستخدام التأثير الحراري او الضوء او تسليط مجال كهربائي. بحيث يكون مقدارها مساوي او أكبر من ثغرة الطاقة المحظورة فتنتقل الالكترونات من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل.

س/ كيف تجعل شبه الموصل نقي (مثل السليكون) يمتلك قابلية التوصيل الكهربائي بواسطة تأثير حراري؟ وضح ذلك مع الرسم.

(1) عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل النقي الى درجة حرارة الغرفة (300K)، تكتسب الكترونات التكافؤ طاقة كافية لكسر بعض الأواصر التساهمية فتتمكن من الانتقال عبر ثغرة الطاقة المحظورة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل، وهذه الكترونات تكون حرة في حركتها خلال حزمة التوصيل.

(2) يترك كل الكترون ينتقل من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل حيزا فارغا في حزمة التكافؤ في الموقع الذي انتقل منه يسمى هذا الموقع الخالي من الالكترونات <u>بالفجوة</u> التي تعمل عمل الشحنة الموجبة.

(3) عند درجة حرارة الغرفة (300K) تتولد الكترونات حرة في حزمة التوصيل واعداد مساوية لها من الفجوات في حزمة التكافؤ وبهذه العملية يتولد ما يسمى <u>بالزوج (الكترون - فجوة)</u>.



س/ ما المقصود بالفجوة في اشباه الموصلات ؟

ج/ **الفجوة:** هو الموقع الخالي من الالكترون في حزمة التكافؤ في شبه الموصل النقي والتي انتقل منها الكترون الى حزمة التوصيل نتيجة اكتسابه طاقة خارجية، وتعمل الفجوة عمل الشحنة الموجبة.

س/ (د1 2013)/ ما المقصود بزوج (الكترون - فجوة)؟

ج/ **زوج (الكترون - فجوة):** هي عملية توليد الكترونات حرة بتأثير خارجي وانتقالها من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر فجوة الطاقة المحظورة في شبه الموصل النقي وترك فراغ مكانه في حزمة التكافؤ .

س/ ما تأثير زيادة درجة الحرارة على معدل توليد الازواج (الكترون - فجوة) المتولدة في شبه موصل نقي؟

ج/ 1. عند ارتفاع درجة حرارة مادة شبه الموصل يزداد معدل توليد الازواج (الكترون – فجوة) نتيجة لتحطيم الاواصر وبذلك يزداد انتقال الالكترونات الحرة من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل لتشارك في عملية التوصيل الكهربائي. ويزداد نتيجة لذلك عدد الفجوات الموجبة.

2. ان ارتفاع درجة حرارة مادة شبه الموصل يعني حصول نقصان في المقاوسة النوعية لمادة شبه الموصل.

س/(ت 2013) (د1خا 2014) على ماذا يعتمد معدل الزمني لتوليد الازواج (الكترون - فجوة) في شبه الموصل النقي ؟

ج/ يعتمد على (1) درجة حرارة شبه الموصل. (2) نوع مادة شبه الموصل.

انتباه!
- يقل مقدار ثغرة الطاقة المحظورة في السليكون النقي بارتفاع درجة حرارته فوق الصفر كلفن حتى درجة حرارة الغرفة (300K) فيكون مقدارها عند تلك الدرجة (1.1eV للسيلكون النقي) و (0.72eV للجرمانيوم النقي).
- في شبه الموصل النقي وعند درجة حرارة الغرفة (300K):

تركيز الفجوات الموجبة المتولدة في حزمة التكافؤ = تركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل

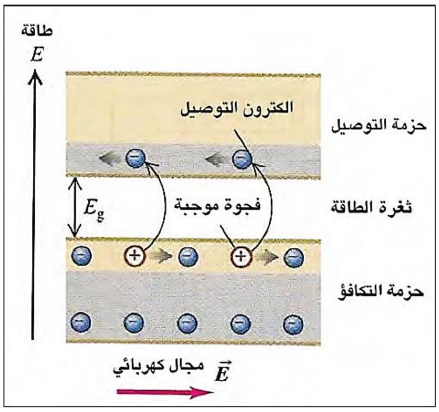
تيار الالكترونات والفجوات

س/ ماذا يحصل عند تسليط مجال كهربائي على جانبي بلورة شبه موصل نقي عند درجة حرارة الغرفة (300K)؟

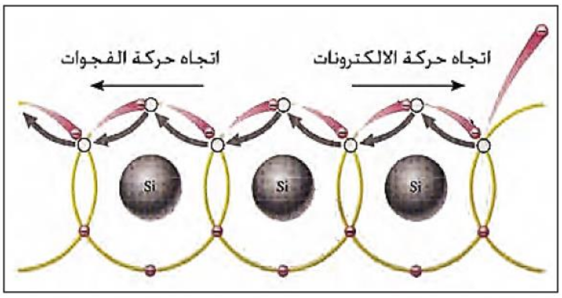
ج/ يتولد داخل البلورة تيار الالكترونات معاكسا لاتجاه المجال الكهربائي المسلط ، وتيار الفجوات باتجاه المجال الكهربائي المسلط.

س/ ما المقصود بـ تيار الالكترونات؟ (كيف يتولد تيار الالكترونات)

ج/ **تيار الالكترونات:** هو التيار المتولد نتيجة حركة الالكترونات الحرة داخل البلورة عند تسليط مجال كهربائي بين جانبي بلورة السليكون النقية عند درجة حرارة الغرفة (300K) ، حيث تنجذب الالكترونات الحرة بسهولة نحو الطرف الموجب. وفيه هذه الحالة تتحرك الالكترونات باتجاه معاكس لأتجاه المجال الكهربائي المسلط.



س/ ما المقصود بـ تيار الفجوات؟ (كيف يتولد تيار الفجوات)



ج/ **تيار الفجوات**: هو التيار المتولد نتيجة حركة الفجوات الموجبة داخل البلورة عند تسليط مجال كهربائي بين جانبي بلورة السليكون النقية عند درجة حرارة الغرفة (300K). حيث يكون اتجاه حركة الفجوات الموجبة باتجاه المجال الكهربائي المسلط. هذا يعني ان الفجوات تتحرك باتجاه معاكس لاتجاه حركة الالكترونات.

س/ ما الذي يمثل التيار الكلي المنساب خلال شبه الموصل النقي؟

ج/ أن **التيار الكلي المنساب خلال شبه الموصل النقي**: هو التيار الناتج من مجموع تيار الالكترونات وتيار الفجوات. وتسمى كل من الالكترونات والفجوات حوامل الشحنة.

س/ ما المقصود بحوامل الشحنة؟

ج/ **حوامل الشحنة**: هي تسمية تطلق على كل من الالكترونات الحرة والفجوات الموجبة وتتحرك باتجاهين متعاكسين عند تسليط مجال كهربائي.

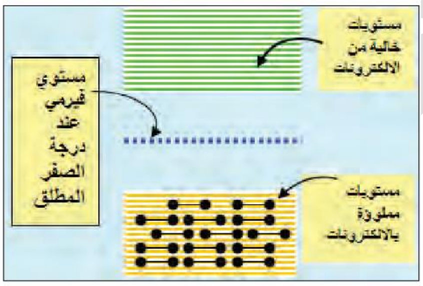
س/ ما الذي يحدد اشغال الالكترونات مستوي معين من مستويات الطاقة المسموح بها للالكترونات؟

ج/ ان اشغال الالكترونات بمستوي طاقة مسموح به يقارن نسبة إلى مستوي طاقة معين يسمى مستوي فيرمي.

س/ ما المقصود بـ مستوي فيرمي؟ واين يكون موقعه في الموصلات و المواد الشبه موصلة النقية عند درجة الصفر المطلق (0k)؟

ج/ (د1 2013) **مستوى فيرمي**: هو أعلى مستوي طاقة مسموح به يمكن أن تشغله الالكترونات عند درجة الصفر المطلق (0k).

- يقع مستوي فيرمي في الموصلات فوق المنطقة المملوءة بالالكترونات من حزمة التوصيل ومستوي الطاقة التي تشغله هذه الالكترونات يكون تحت مستوي فيرمي.
- يقع مستوي فيرمي لأشباه الموصلات النقية عند درجة حرارة صفر كلفن في منتصف ثغرة الطاقة المحظورة بين حزمة التوصيل وحزمة التكافؤ.



س/ ما الذي يحصل لمستوي فيرمي عند تطعيم شبه الموصل بشوائب (أضافة شوائب ذراتها ثلاثية او خماسية)؟

ج/ ينزاح مستوي فيرمي نحو الاعلى او نحو الاسفل وتتحدد تلك الازاحة وفقا لنوع الشائبة المضافة.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

اشباه الموصلات المطعمة (المشوبة او غير النقية)

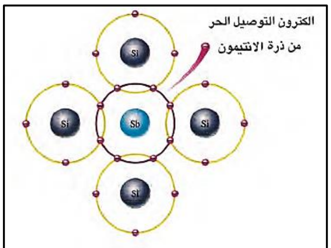
س/ لماذا نلجأ إلى تطعيم شبه الموصل النقي بشوائب خماسية التكافؤ او ثلاثية التكافؤ بالرغم ان التأثير الحراري يعمل على زيادة قابليته في التوصيل الكهربائي؟

ج/ وذلك لعدم السيطرة على قابلية التوصيل الكهربائي لمادة شبه الموصل النقي بطريقة التأثير الحراري، فتضاف شوائب ذراتها خماسية التكافؤ او ثلاثية التكافؤ بعناية وبمعدل مسيطر عليه (بنسبة واحد لكل 10^8 تقريبا) وبدرجة حرارة الغرفة وبنسب قليلة ومحدودة بعملية تسمى التطعيم وتزداد قابلية التوصيل الكهربائي بزيادة حاملات الشحنة (الالكترونات والفجوات) بالبلورة مقارنة مع ما يحصل في التأثير الحراري.

س/ ما المقصود بالتطعيم؟

ج/ التطعيم : وهي عملية اضافة ذرات عناصر ثلاثية او خماسية التكافؤ (تسمى الشوائب) بعناية وبمعدل مسيطر عليه (بنسبة واحد لكل 10^8 تقريبا) وبدرجة حرارة الغرفة وبنسب قليلة ومحددة في بلورة شبه موصل نقية.

شبه الموصل نوع (N)



شكل (13) بلورة شبه موصل نوع (N)

س/ ماهو شبه الموصل نوع (N)؟

ج/ بلورة شبه موصل نقية مطعمة بشوائب خماسية التكافؤ مثل (الانتيمون Sb).

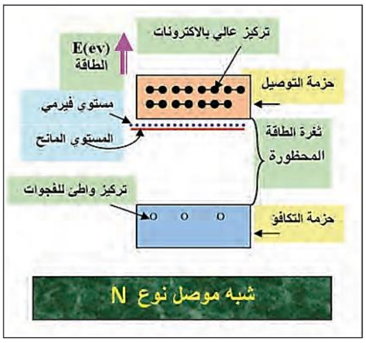
س/ كيف يمكن الحصول على بلورة شبه موصل نوع (N) ؟

ج/ من تطعيم بلورة لشبه موصل نقية (سليكون او جرمانيوم) بشوائب ذراتها خماسية التكافؤ مثل (الانتيمون Sb) بعناية وبمعدل مسيطر عليه وبدرجة حرارة الغرفة، ونتيجة لذلك فان كل ذرة شائبة تزيح ذرة سليكون من التركيب البلوري وترتبط مع اربع ذرات سليكون مجاورة لها. وتتم عملية الارتباط هذه بوساطة اربعة من الكترونات التكافؤ الخمسة للذرة الشائبة اما الكترون التكافؤ الخامس للذرة خماسية التكافؤ فيترك حرا في الهيكل البلوري. وهذه الالكترونات الحرة تساهم في عملية التوصيل الكهربائي لمادة شبه الموصل المطعمة ويدعى هذا النوع من الشائبة خماسية التكافؤ بالذرة المانحة.

س/ ما المقصود بالذرة المانحة؟

ج/ الذرة المانحة: وهي ذرة شائبة خماسية التكافؤ التي تطعم بها مادة شبه الموصل النقي والتي تمنح الكترونها الخامس الى الهيكل البلوري وتصبح أيون موجب مرتبط مع الهيكل البلوري ارتباطا قويا ولا يعد من حاملات الشحنة لأنه لايشارك في عملية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل المطعم.

- **حيث تتسبب الذرات المانحة في ازدياد تركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل، وتقلل من تركيز الفجوات الموجبة في حزمة التكافؤ (المتولدة اصلا بالتأثير الحراري) لذا فإن الذرات المانحة تضيف مستوى طاقة جديد يسمى المستوى المانح يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وتحت حزمة التوصيل.**



س/ ما المقصود بالمستوى المانح؟

ج/ **المستوى المانح** : وهو مستوي طاقة جديد تضيفه الذرات المانحة ويقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وتحت حزمة التوصيل وتشغله الالكترونات التي حررتها الذرات المانحة. ويظهر في بلورة شبه الموصل نوع (N). يتولد نتيجة اضافة شوائب خماسية التكافؤ (الذرات المانحة) الى المادة شبه الموصلة النقية.

س/ ما تأثير الذرات المانحة او المستوي المانح على مستوي فيرمي في شبه الموصل نوع (N)؟

ج / مستوي فيرمي يرتفع ويقترب من حزمة التوصيل .

س/ ما السبب الذي يجعل تركيز الالكترونات في حزمة التوصيل اكبر من تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ في بلورة شبه الموصل نوع (N)؟

ج/ لان هذه الالكترونات تحررها الشوائب خماسية التكافؤ لذلك لا تترك فجوات في حزمة التكافؤ عند انتقالها إلى حزمة التوصيل، (كما حصل بالتأثير الحراري).

س/ لماذا تسمى الالكترونات بحاملات الشحنة الرئيسية (او الحاملات الاغلبية) والفجوات بحاملات الشحنة الثانوية (او الحاملات الاقلية) في بلورة شبه الموصل نوع (N)؟

ج/ لان الالكترونات تولدت من عملية التطعيم والتأثير الحراري اما الفجوات تتولد نتيجة التأثير الحراري فقط.

س/ (داخا 2015) / لماذا تسمى بلورة شبه الموصل بعد تطعيمها بشوائب خماسية التكافؤ بشبه الموصل نوع (N) واحيانا بالبلورة السالبة؟

ج/ لان الحاملات الاغلبية للشحنة هي الالكترونات السالبة والحاملات الاقلية للشحنة هي الفجوات الموجبة.

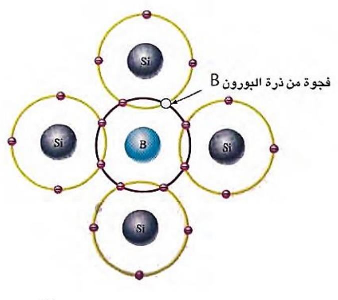
س/ هل أن بلورة شبه الموصل النقي نوع (N) سالبة الشحنة فعلاً؟ (ما صافي الشحنة الكلية للبلورة نوع (N)؟ ولماذا؟)

ج/ صافي الشحنة الكلية يساوي صفر أي متعادلة كهربائيا وذلك لأنها تمتلك عددا من الشحنات السالبة (الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل) مساويا إلى عدد الشحنات الموجبة (الفجوات في حزمة التكافؤ والايونات الموجبة للشوائب خماسية التكافؤ).

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

شبه الموصل نوع (P)



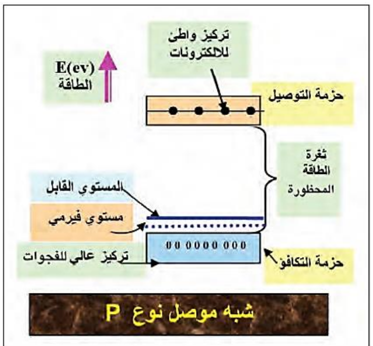
شكل (15) بلورة شبه موصل نوع (P)

س/ ماهو شبه الموصل نوع (P)؟

ج/ بلورة شبه موصل نقية مطعمة بشوائب ثلاثية التكافؤ مثل (البورون B).

س/ كيف يمكن الحصول على بلورة شبه موصل نوع (P) ؟

ج/ من تطعيم بلورة شبه موصل نقية (سليكون او جرمانيوم) بذرات شوائب ثلاثية التكافؤ مثل (البورون B) بعناية وبمعدل مسيطر عليه، وبدرجة حرارة الغرفة، ونتيجة لذلك فإن كل ذرة شائبة تزيح ذرة سليكون من التركيب البلوري وترتبط مع ثلاث ذرات سليكون مجاورة لها. ولكن الشائبة ثلاثية التكافؤ تترك آصرة تساهمية تفتقر الى الكترون واحد، ونتيجة لذلك تتولد فجوة في بلورة السليكون المطعمة بشوائب ثلاثية التكافؤ، وكل ذرة شائبة ثلاثية التكافؤ تقبل الكترونا من الكترونات التكافؤ لكي ترتبط بأربعة اواصر تساهمية مع اربع ذرات سليكون، ولهذا السبب فان الشائبة ثلاثية التكافؤ، تسمى بالذرة القابلة.



س/ ما المقصود بالذرة القابلة؟

ج/ الذرة القابلة : وهي ذرة شائبة ثلاثية التكافؤ التي تطعم بها مادة شبه الموصل النقي والتي تقبل الكترون من ذرة السليكون في الهيكل البلوري وتصبح أيون سالب. وهذا الايون السالب لا يعد من نواقل الشحنة لأنه لايشارك في عملية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل المطعم لأنه مرتبط مع الهيكل البلوري ارتباطا قويا (بأواصر تساهمية).

- حيث تتسبب الذرات القابلة في نشوء فجوة في حزمة التكافؤ عند قبولها الكترونا من الكترونات التكافؤ، (ولا يحصل انتقال الكترونات إضافية إلى حزمة التوصيل كما حصل في التأثير الحراري). لذا فإن الذرات القابلة تضيف مستوى طاقة جديد يسمى المستوى القابل يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وفوق حزمة التوصيل.

س/ ما المقصود بالمستوى القابل؟

ج/ المستوي القابل : وهو مستوي طاقة جديد تضيفه الذرات القابلة ويقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وفوق حزمة التكافؤ. ويظهر في بلورة شبه الموصل نوع (P). يتولد نتيجة اضافة شوائب ثلاثية التكافؤ (الذرات القابلة) الى المادة شبه الموصلة النقية.

س/ ما تأثير الذرات القابلة او المستوى القابل على مستوي فيرمي في شبه الموصل نوع (P)؟

ج / مستوي فيرمي ينخفض ويقترب من حزمة التكافؤ .

س/ ما السبب الذي يجعل تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ أكبر من تركيز الألكترونات في حزمة التوصيل في بلورة شبه الموصل نوع (P)؟

ج/ لان هذه الفجوات تنشأ في حزمة التكافؤ عند قبولها الكترون من الكترونات التكافؤ ولا يحصل انتقال الكترونات اضافية إلى حزمة التوصيل كما حصل في التأثير الحراري.

س/ لماذا تسمى الفجوات في حزمة التكافؤ بحاملات الشحنة الرئيسية (او الحاملات الاغلبية) و الالكترونات في حزمة التوصيل بحاملات الشحنة الثانوية (او الحاملات الاقلية) في بلورة شبه الموصل نوع (P)؟

ج/ لان الفجوات تولدت من عملية التطعيم والتأثير الحراري اما الالكترونات تتولد نتيجة التأثير الحراري فقط.

س/ لماذا تسمى بلورة شبه الموصل بعد تطعيمها بشوائب ثلاثية التكافؤ بشبه الموصل نوع (P) واحيانا بالبلورة من النوع السالب؟

ج/ لان الحاملات الاغلبية للشحنة هي الفجوات الموجبة في حزمة التكافؤ والحاملات الاقلية للشحنة هي الالكترونات السالبة في حزمة التوصيل.

س/ هل أن بلورة شبه الموصل النقي نوع (P) موجبة الشحنة فعلا؟ (ما صافي الشحنة الكلية للبلورة نوع (P)؟ ولماذا؟)

ج/ صافي الشحنة الكلية يساوي صفر أي متعادلة كهربائيا وذلك لأنها تمتلك عددا من الشحنات السالبة (الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل والايونات السالبة للشوائب ثلاثية التكافؤ) مساويا إلى عدد الشحنات الموجبة (الفجوات في حزمة التكافؤ).

انتباه!

- مقدار ثغرة الطاقة المحظورة لشبه الموصل النقي:
  - عند درجة الصفر المطلق (1.2eV) للسليكون و (0.78eV) للجرمانيوم.
  - عند درجة حرارة المختبر (300K) (1.1eV) للسليكون و(0.72eV) للجرمانيوم.

أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الثنائي (PN)

س/ (ت 2015) / ما الفائدة العملية (الغرض) من الثنائي البلوري PN ؟

ج/ وذلك لغرض : 1. التحكم باتجاه التيار 2. لتغيير او تحسين اشكال الاشارات الخارجة.

س/ كيف يمكن الحصول على الثنائي البلوري PN ؟ (ماهو الثنائي البلوري PN؟)

ج/ نأخذ بلورة شبه موصل نقية (سليكون او جرمانيوم) تطعم بنوعين من الشوائب احداهما ثلاثية التكافؤ (البورون مثلا) فنحصل على منطقة شبه الموصل نوع P والشوائب الاخرى خماسية التكافؤ (الانتيمون مثلا) فنحصل على منطقة شبه موصلة من النوع N وتطلى منطقة الاتصال بمادة فلزية بحيث يمكن وصل الاسلاك الموصلة بها عند ربط الثنائي البلوري (pn) بالدائرة الخارجية ، ويطلق على السطح الفاصل بين المنطقتين الملتقى.

س/ كيف تنشأ منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري PN ؟ (ماهي منطقة الاستنزاف ؟)

س/ (ت 2014) (د1خا 2014) / علل سبب تولد منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري pn ؟

ج/ ان الالكترونات الحرة في المنطقة N والقريبة من الملتقى PN تنتشر إلى المنطقة PN عبر الملتقى مولدة ايونات موجبة في المنطقة N وفي نفس الوقت تنتقل فجوات من المنطقة P إلى المنطقة PN عبر الملتقى مولدة ايونات سالبة في المنطقة P وعندئذ تلتحم الالكترونات مع الفجوات القريبة من الملتقى. ونتيجة لهذه العملية تنشأ منطقة رقيقة على جانبي الملتقى تحتوي ايونات موجبة في المنطقة N وايونات سالبة في المنطقة P وتكون خالية من حاملات الشحنة تسمى منطقة الاستنزاف.

س/ متى يتوقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى في الثنائي البلوري PN؟ ما تفسير ذلك.

ج/ يتوقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى في الثنائي البلوري PN <u>عندما تحصل حالة توازن</u>.

<u>تفسير ذلك</u>: ان استمرار انتشار الالكترونات عبر الملتقى PN يولد ايونات موجبة اكثر وايونات سالبة اكثر على جانبي الملتقى PN في منطقة الاستنزاف فيتولد نتيجة لذلك مجال كهربائي. وان فرق الجهد الكهربائي الناتج عن هذا المجال والمسمى بحاجز الجهد يعمل على منع عبور الكترونات اضافية عبر الملتقى PN فتتوقف عندئذ عملية انتشار الالكترونات.

س/ ما المقصود بحاجز الجهد؟ وعلام يعتمد (د2ت 2013) (د1ن 2015) ؟

ج/ **<u>حاجز الجهد</u>:** هو فرق الجهد الكهربائي الناتج عن المجال الكهربائي على جانبي الملتقى في الثنائي PN في منطقة الاستنزاف وينشأ نتيجة لظهور الايونات الموجبة في المنطقة N والايونات السالبة في المنطقة P على جانبي الملتقى.

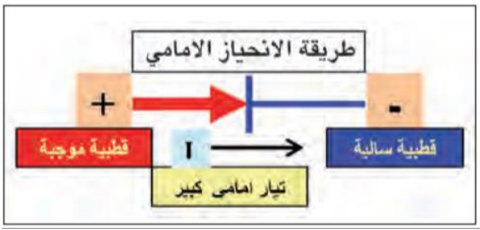
<u>ويعتمد على</u>: (1) نوع مادة شبه الموصل. (2) نسبة الشوائب المطعمة. (3)درجة حرارة المادة.

> **انتباه!** ➢ أن مقدار حاجز الجهد في الثنائي PN عند درجة حرارة الغرفة (300K) يساوي
> - (0.7eV) للمصنوع من السليكون
> - (0.3eV) المصنوع من الجرمانيوم.

فولطية الانحياز الثنائي (PN)

س/ ما المقصود بفولطية الانحياز PN ؟

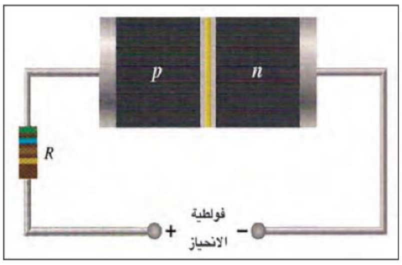
ج/ فرق الجهد الكهربائي المستمر الواجب تسليطه عبر الملتقى PN لتوافر ظروف عملية مناسبة للجهاز الالكتروني المستعمل.



س/ ماهي طرق انحياز الملتقى PN ؟

ج/ (1) طريقة الانحياز الامامي. (2) طريقة الانحياز العكسي.

طريقة الانحياز الامامي



شكل (21) الانحياز الامامي

س/ كيف يتم ربط الانحياز الامامي للثنائي PN ؟

ج/ يربط طرفا الثنائي PN بين قطبي بطارية بوساطة اسلاك توصيل ومقاومة بحيث ان القطب الموجب للبطارية مع المنطقة P للثنائي والقطب السالب للبطارية مع المنطقة N للثنائي. ويجب ان يكون فرق الجهد المسلط على طرفي الثنائي اكبر من فرق جهد الحاجز للملتقى PN.

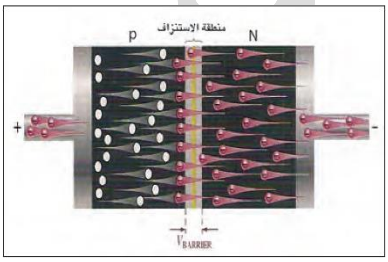
س/ ما السبب (الفائدة العملية او الغرض) من ربط مقاومة مع الثنائي PN عندما يكون محيز اماميا؟

ج/(1) تعمل على تحديد مقدار التيار المناسب خلال الثنائي. (2) تجنب تلف الثنائي.

س/ وضح ماذا يحصل للثنائي PN عندما يكون محيزا اماميا ؟

ج / تتنافر الالكترونات الحرة في المنطقة N (وهي الحاملات الاغلبية للشحنة في المنطقة N) مع القطب السالب للبطارية مندفعة نحو الملتقى PN ، مكتسبة طاقة من البطارية تمكنها من التغلب على حاجز الجهد الكهربائي وتعبر الملتقى PN الى المنطقة P. وفي نفس الوقت تتنافر الفجوات في المنطقة P (وهي الحاملات الاغلبية للشحنة في المنطقة P) مع القطب الموجب للبطارية نحو الملتقى PN ، مكتسبة طاقة من البطارية تمكنها من التغلب على حاجز الجهد وتعبر الملتقى PN الى المنطقة N ، وبذلك تضيق منطقة الاستنزاف ويقل حاجز الجهد للملتقى PN. لان اتجاه المجال الكهربائي المسلط على الثنائي يكون معاكسا لاتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد واكبر منه وتقل بذلك مقاومة الملتقى ولهذه الاسباب ينساب تيار كبير خلال الملتقى PN يسمى **بالتيار الامامي.**

س/ لماذا ينساب تيار كهربائي كبير عبر الملتقى PN عند الانحياز الامامي للثنائي PN ؟



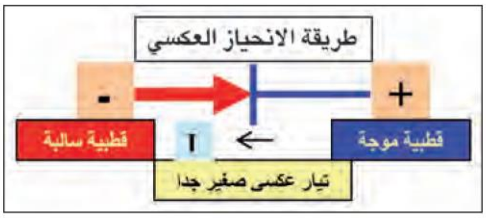
ج / لان المجال الخارجي المسلط على الثنائي يكون معاكسا لاتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد واكبر منه. و تضيق بذلك منطقة الاستنزاف ويقل حاجز الجهد وتقل مقاومة الملتقى فينساب تيار كبير خلال الملتقى PN.

س/ ما المقصود بالتيار الامامي في الثنائي PN ؟

ج / هو التيار المار خلال الملتقى PN عند ربط الثنائي بطريقة الانحياز الامامي.

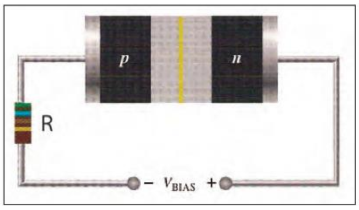
س/ لماذا تضيق منطقة الاستنزاف ويقل حاجز الجهد للملتقى PN عند الانحياز الامامي للثنائي PN ؟

ج/ لان المجال الخارجي المسلط على الثنائي يكون معاكسا لاتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد واكبر منه. و تقل بذلك مقاومة الملتقى فينساب تيار كبير خلال الملتقى PN.



طريقة الانحياز العكسي

س/ كيف يتم ربط الانحياز العكسي للثنائي PN ؟



شكل (24) الانحياز العكسي

ج/ يربط طرفا الثنائي PN بين قطبي بطارية بوساطة اسلاك توصيل ومقاومة بحيث ان القطب السالب للبطارية مع المنطقة P للثنائي والقطب الموجب للبطارية مع المنطقة N للثنائي.

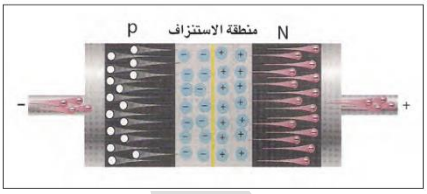
س/ وضح ماذا يحصل للثنائي PN عندما يكون محيزا عكسيا ؟

ج / تنجذب الالكترونات الحرة في المنطقة N نحو القطب الموجب للبطارية مبتعدة عن الملتقى PN ، وفي نفس الوقت تنجذب الفجوات في المنطقة P نحو القطب السالب للبطارية مبتعدة عن الملتقى PN ، وبذلك تتسع منطقة الاستنزاف ويزداد حاجز الجهد على جانبي الملتقى PN . لان اتجاه المجال الكهربائي المسلط على الثنائي يكون باتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد للملتقى PN فتزداد بذلك مقاومة الثنائي ولهذه الاسباب ينساب تيار صغير جدا (يمكن ان يهمل) خلال الملتقى للثنائي PN يسمى بالتيار العكسي.

س/ لماذا ينساب تيار كهربائي صغيرا (يمكن اهماله) عبر الملتقى PN عند الانحياز العكسي للثنائي PN ؟

ج / لان المجال الخارجي المسلط على الثنائي يكون بأتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد للملتقى PN. فتزداد بذلك مقاومة الثنائي فينساب تيار صغير جدا (يمكن ان يهمل) خلال الملتقى للثنائي PN يسمى بالتيار العكسي.

س/ لماذا تتسع منطقة الاستنزاف ويزداد حاجز الجهد للملتقى PN عند الانحياز العكسي للثنائي PN ؟

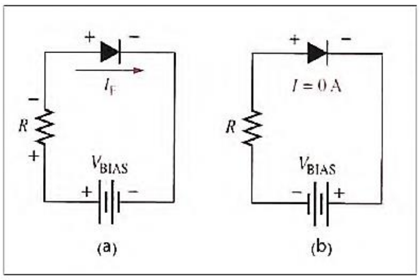


ج/ لان المجال الخارجي المسلط على الثنائي يكون بأتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد للملتقى PN. فتزداد بذلك مقاومة الثنائي فينساب تيار صغير جدا (يمكن ان يهمل) خلال الملتقى للثنائي PN يسمى بالتيار العكسي.

س/ ما المقصود بالتيار العكسي في الثنائي PN ؟

ج / <u>**التيار العكسي في الثنائي PN**</u> : هو تيار صغير جدا يمكن اهماله يمر خلال الملتقى PN عند ربط الثنائي بطريقة الانحياز العكسي.

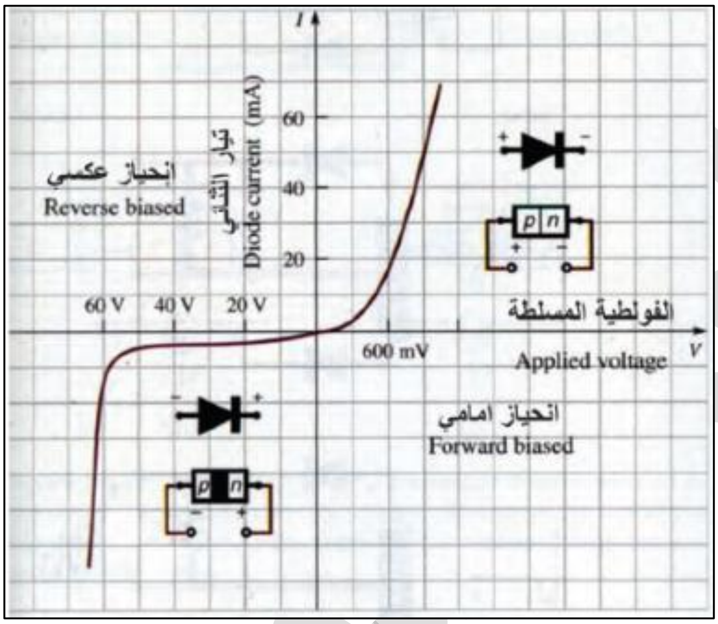
س/ أرسم مخطط لدائرة كهربائية فيها الثنائي مربوط في حالة (1) الانحياز الامامي (2) الانحياز العكسي ؟ ج /



س/ ما هي العلاقة بين الفولطية المسلطة على طرفي الثنائي PN و مقدار التيار المنساب في الثنائي البلوري في حالتي الانحياز الامامي والانحياز العكسي للثنائي PN ؟

ج/ -عند زيادة مقدار فولطية الانحياز الامامي يزداد مقدار التيار الامامي.

-وإذا عكسنا قطبية الفولطية المسلطة (فولطية الانحياز العكسي) يكون التيار المنساب عبر الثنائي البلوري مقاربا للصفر.



أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

بعض انواع الثنائيات

س/ اذكر بعض انواع الثنائيات ؟

ج/(1) **الثنائي المتحسس للضوء.** (2) **ثنائي الخلية الشمسية.** (3)**الثنائي الباعث للضوء.** (4)**الثنائي المعدل للتيار.**

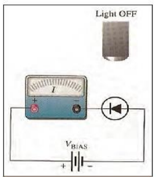
س/ هل من المكن استعمال الطاقة الضوئية (الاشعة الكهرومغناطيسية) للتحكم في قابلية التوصيل الكهربائي للمواد شبه الموصلة وللثنائي البلوري PN ؟ وضح ذلك .

ج / نعم من المكن ذلك حيث ان الطاقة الضوئية (طاقة الفوتون) تولد حاملات جديدة للشحنة وبكمية تعتمد على شدة الضوء الساقط على البلورة. وبذلك تتحول الطاقة الضوئية (طاقة الفوتون) الساقطة على الثنائي الى طاقة كهربائية،

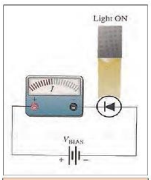
س/ هل يمكن تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية؟

ج/ نعم عن طريق استخدام الثنائيات البلورية وهي على نوعين:

(1)**الثنائي المتحسس للضوء.** (2) **ثنائي الخلية الضوئية (أو الخلية الشمسية).**



الشكل (29) الثنائي pn المتحسس للضوء قبل اسقاط الضوء عليه. لاينساب تيار في دائرته، لاحظ جهاز الاميتر (يكون التيار صفرا).



الشكل (30) الثنائي pn المتحسس للضوء عند اسقاط الضوء عليه. ينساب تيار في دائرته، لاحظ جهاز الاميتر (يشير الى انسياب تيار)

1. الثنائي المتحسس للضوء

س/ماهي طريقة ربط الثنائي المتحسس للضوء؟ ولماذا؟

س/(د1 2014)/ لماذا يحيز الثنائي البلوري pn المتحسس للضوء بأتجاه عكسي قبل تسليط الضوء عليه؟

ج/ **يربط بطريقة الانحياز العكسي قبل تسليط الضوء عليه.**

وذلك لكي يكون التيار المنساب فيه ضعيفا جدا فيهمل (وهو تيار الالكترونات والفجوات المتولد بالتأثير الحراري) وهذا يعني ان التيار في دائرة هذا الثنائي يساوي صفرا في حالة عدم توافر تأثير ضوئي في الثنائي.

س/ ماذا يحصل عند اسقاط ضوء على الثنائي المتحسس للضوء؟

ج/ **تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية فتتولد حاملات جديدة للشحنة وبكمية تعتمد على شدة الضوء الساقط عليه.**

س/ ماهي استعمالات الثنائي المتحسس للضوء؟

ج/(1) **تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية.** (2) **استعماله في كاشفات الضوء.** (3) **كمقياس لشدة الضوء.**

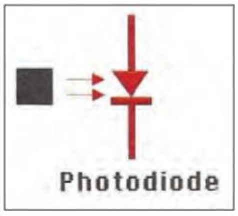
س/(د2ت 2015)/ ماهو مبدأ عمل (الفائدة العملية او الغرض او الهدف) الثنائي المتحسس للضوء؟

ج/ **تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية.**

س/ ماهي العلاقة بين مقدار التيار في دائرة الثنائي البلوري المتحسس للضوء وشدة الضوء الساقط؟

ج/ **وجد عمليا ان مقدار التيار في دائرة الثنائي المتحسس للضوء يتناسب طرديا مع شدة الضوء الساقط.**

2. ثنائي الخلية الضوئية او الخلية الشمسية



شكل (31) رمز الثنائي pn الخلية الشمسية.

س/ماهو مبدأ عمل (الفائدة العملية او الغرض او الهدف من) الثنائي المتحسس للضوء؟

ج/ يعمل ثنائي الخلية الشمسية pn على تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية.

س/ ما هو رمز الخلية الضوئية او الخلية الشمسية ؟

ج/ يرمز لها كما في الشكل:

س/ماهي طريقة ربط ثنائي الخلية الضوئية (الخلية الشمسية)؟ ولماذا؟

س/لماذا يربط ثنائي الخلية الضوئية (الخلية الشمسية) بطريقة الانحياز العكسي قبل تسليط الضوء عليه؟

ج/ يربط بطريقة الانحياز العكسي قبل تسليط الضوء على منطقة الملتقى pn.

لأن الفوتون الذي يمتلك طاقة تزيد على (1.1eV) يتمكن من توليد زوج من الالكترون–فجوة في السليكون والفوتون الذي تمتلك طاقة تزيد على (1.1eV) يتمكن من توليد زوج من الالكترون–فجوة في الجرمانيوم فيعمل هذا الثنائي على توليد قوة دافعة كهربائية بين طرفيه عند سقوط الضوء عليه، ومقدارها في الثنائي المصنوع من السليكون (0.5eV) والمصنوع من الجرمانيوم (0.1eV).

س/ ماهي استعمالات ثنائي الخلية الضوئية (الخلية الشمسية)؟

ج/ (1) تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية. (2) في الاقمار الصناعية كمصدر طاقة.

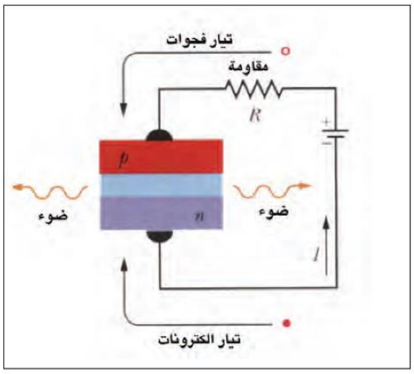
س/ ما الغرض من ربط الخلايا الشمسية (1) على التوالي (2) على التوازي

ج/ (1) ربط الخلايا الشمسية على التوالي مع بعضها **لزيادة جهدها**.

(2) تربط الخلايا الشمسية على التوازي مع بعضها **لزيادة قدرتها**.

3. الثنائي الباعث للضوء

ويرمز له بالرمز LED



س/ماهو مبدأ عمل (الفائدة العملية او الغرض او الهدف) الثنائي الباعث للضوء؟

ج/ يعمل على تحويل الطاقة الكهربائية الى ضوئية.

س/ماهي طريقة ربط الثنائي الباعث للضوء ؟

ج/ يربط بطريقة الانحياز الامامي.

س/كيف يعمل الثنائي الباعث للضوء ؟ (ماذا يحصل عند تسليط فرق جهد كهربائي خارجي بين طرفي الثنائي الباعث للضوء)

ج/ عند تسليط فرق جهد كهربائي خارجي بين طرفي الثنائي ينساب تيار في دائرته نتيجة حصول عملية إعادة الالتحام التي تحصل بين الالكترونات والفجوات فتتحرر طاقة نتيجة سقوط الالكترونات في الفجوات وهذه الطاقة تظهر بشكل حرارة داخل التركيب البلوري، واذا كانت مادة الثنائي من زرنيخيد الكاليوم (GaAs) تكون الطاقة المتحررة نتيجة سقوط الالكترونات في الفجوات بشكل طاقة ضوئية.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س/ علام يعتمد لون الضوء المنبعث من الثنائي الباعث للضوء؟

ج/ يعتمد على نوع المادة المصنوع منها الثنائي.

س/ علام تعتمد شدة الضوء المنبعث من الثنائي الباعث للضوء؟

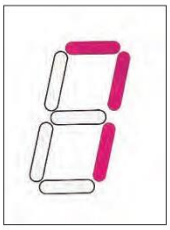
ج/ تعتمد على مقدار التيار الامامي للثنائي البلوري المناسب في دائرته حيث تزداد شدة الضوء المنبعث بزيادة التيار الامامي (علاقة طردية).

س/ ما هي الالوان التي تبعثها الثنائيات الباعثة للضوء ؟

ج/ احمر، اصفر، اخضر وهناك ثنائيات تبعث اشعة تحت حمراء.

س/ ماهي استعمالات الثنائيات الباعثة للضوء؟

ج/ تستعمل في الحاسبات والساعات الرقمية لإظهار الارقام.



س/ علام تعتمد فكرة الشاشات الرقمية؟ (تركيب الشاشات الرقمية)

ج/ تعتمد على تركيب مجموعة من الثنائيات على شكل مكون من سبع اضلاع اذ يمكن اظهار الرقم المضيء من $(0-9)$ بتوزيع التيار الكهربائي على الثنائي المستعمل لغرض معين.

4. الثنائي المعدل للتيار

س/(د2 2015) / ماهو مبدأ عمل (الفائدة العملية او الغرض او الهدف) الثنائي المعدل للتيار؟

ج/ يعمل على تعديل التيار المتناوب الى تيار معدل باتجاه واحد.

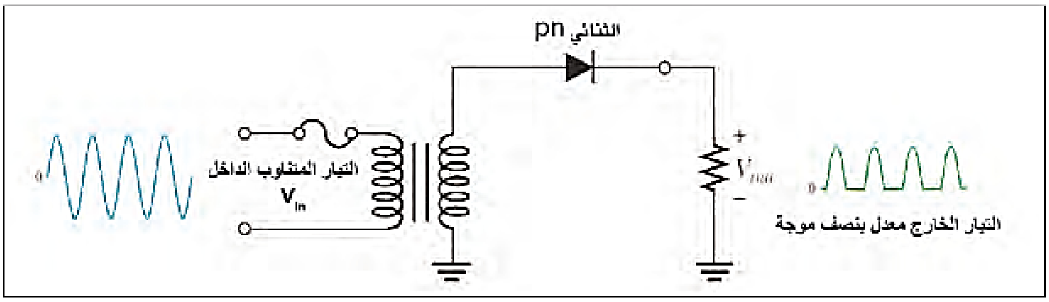
او يعمل على تحويل التيار المتناوب الى تيار معدل بنصف موجة.

س/ماهي طريقة ربط الثنائي الباعث للضوء ؟

ج/ يربط بطريقة الانحياز الامامي .

س/كيف يعمل الثنائي المعدل للتيار؟

ج/ عند ربط الثنائي بمصدر للفولطية المتناوبة، فأن احد نصفي الموجة (القطبية الموجبة) تجعل انحيازه بالاتجاه الامامي فيسمح للتيار ان ينساب في الدائرة. اما النصف الثاني للموجة فإنه يجعل انحياز الثنائي بالاتجاه العكسي، وعندئذ لا يسمح للتيار ان ينساب في الدائرة.

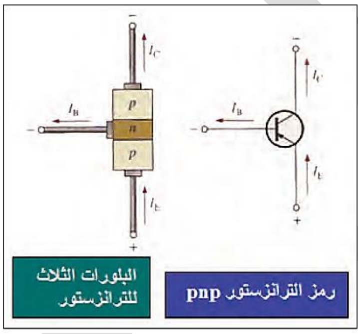


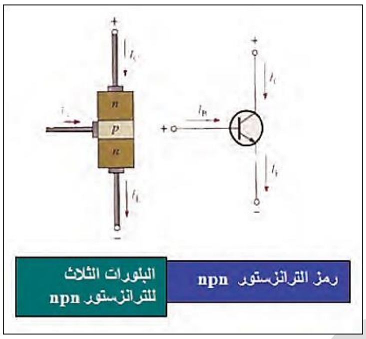
الترانزستور

س/ما المقصود بالترانزستور؟ وماهي أنواعه؟

ج/ **الترانزستور:** هو نبيطة أو جهاز يتكون من ثلاث مناطق مصنوعة من مادة شبه موصلة (سليكون او جرمانيوم)، يفصل بينها ملتقيان، المناطق الثلاث تسمى :الباعث (E)، القاعدة (B)، والجامع (C).

- حيث أن منطقة الباعث تطعم دائما بنسبة عالية من الشوائب
  منطقة القاعدة تطعم بنسبة قليلة من الشوائب
  منطقة الجامع تكون نسبة الشوائب فيها متوسطة نسبيا.
- ويكون الترانزستور بنوعين: النوع الاول ترانزستور (pnp) والثاني ترانزستور (npn).



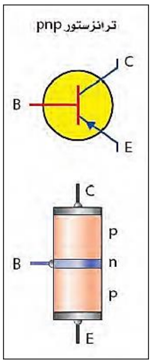


س/ لماذا يحيز الباعث دائما انحيازا اماميا ؟

ج/ لان الباعث هو الذي يجهز حاملات الشحنة (الالكترونات او الفجوات) .

س/ لماذا يحيز الجامع دائما انحيازا عكسيا ؟

ج/ لان الجامع يعمل على جذب حاملات الشحنة (الالكترونات او الفجوات) خلال القاعدة .



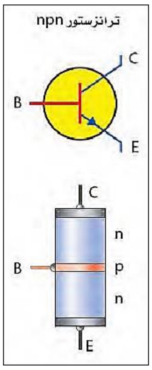
1. ترانزستور (pnp)

س/ مم يتألف ترانزستور (pnp)؟

ج/ يتألف من منطقتين من شبه الموصل نوع p احداهما تسمى الباعث والأخرى تسمى الجامع تفصل بينهما منطقة رقيقة نسبيا من نوع n تسمى القاعدة والمناطق الثلاث هي أقطاب الترانزستور.

س/ (د2 2013)/ ما نوع حاملات الشحنة التي تقوم بعملية التوصيل الكهربائي خلال الترانزستور (pnp)؟

ج/ الفجوات هي التي تتحرك من الباعث إلى الجامع خلال الترانزستور (pnp) وهي الحاملات الأغلبية للشحنة.



2. ترانزستور (npn)

س/ مم يتألف ترانزستور (npn)؟

ج/ يتألف من منطقتين من شبه الموصل نوع n احداهما تسمى الباعث والأخرى تسمى الجامع تفصل بينهما منطقة رقيقة نسبيا تسمى القاعدة والمناطق الثلاث هي أقطاب الترانزستور.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س/ ما نوع حاملات الشحنة التي تقوم بعملية التوصيل الكهربائي خلال الترانزستور (npn)؟

ج/ الالكترونات هي التي تتحرك من الباعث إلى الجامع خلال الترانزستور (npn) وهي الحاملات الأغلبية للشحنة.

س/ (د2ت 2013)/ ما علاقة تيار الباعث بتيار الجامع؟

ج/ ان تيار الجامع (I_C) يكون دائما اقل من تيار الباعث (I_E) بمقدار تيار القاعدة (I_B). أي ان: $(I_C = I_E - I_B)$

س/ لماذا يكون تيار الجامع I_C اقل من تيار الباعث I_E بمقدار تيار القاعدة I_B؟

ج/ وذلك بسبب حصول عملية اعادة الالتحام التي تحصل في منطقة القاعدة بين الفجوات والإلكترونات فيكون:
$(I_C = I_E - I_B)$

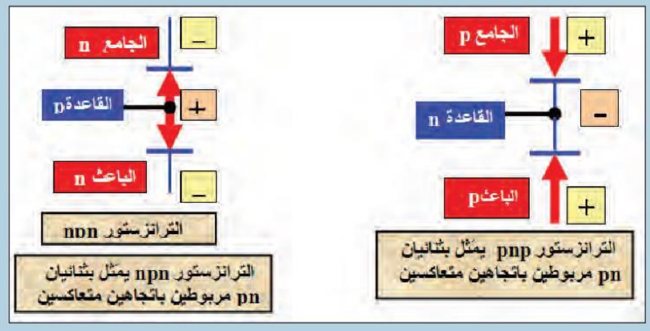
س/ لماذا يكون تيار القاعدة I_B صغير جدا نسبة لتيار الباعث I_E؟

ج / لأن منطقة القاعدة I_B رقيقة ونسبة تطعيمها بالشوائب قليلة.

انتباه!! ➢ **اذا كان تيار القاعدة I_B يساوي مثلا 1% من تيار الباعث I_E، فيكون تيار الجامع I_C حوالي 99% من تيار الباعث.**

هل تعلم

أن الترانزستور نوع pnp يمكن أن يمثل ربط pn ثنائيين باتجاهين متعاكسين وكذلك الحال للترانزستور npn كما في الشكل المجاور.



أستعمال الترانزستور كمضخم

س/ماهو العمل الاساس(الفائدة العملية او الغرض او الهدف) الترانزستور؟

ج/ هو تضخيم الإشارة الداخلة فيه.

س/ ما هي انواع المضخمات في الترانزستور؟

ج/ (1) المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة).

(2) مضخم pnp ذو الباعث المشترك (الباعث المؤرض).

س/ علام يعتمد اختيار شكل ونوع الترانزستور لتطبيق معين ؟

ج/ يعتمد ذلك بشكل كبير على ممانعة الدخول وممانعة الخروج.

س/ علام تعتمد عملية التضخيم في الترانزستور ؟

ج/ ان عملية التضخيم في الترانزستور تعتمد على سيطرة دائرة الدخول ذات القدرة الواطئة وعلى دائرة الخروج ذات القدرة العالية.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

علل/(د3 2015)/ ممانعة الملتقى (دائرة الجامع–القاعدة) في الترانزستور تكون عالية بينما ممانعة ملتقى (باعث–قاعدة) واطئة؟

1. المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة)

س/ بماذا تتميز دائرة المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة؟ ج/ يتميز بان:

1. **دائرة الدخول** (دائرة الباعث–القاعدة) ممانعتها صغيرة جدا لان ملتقى (الباعث–القاعدة) يكون محيزا باتجاه امامي.
دائرة الخروج (دائرة الجامع–القاعدة) تكون ممانعتها كبيرة جدا لان ملتقى (الجامع–القاعدة) يكون محيزا بالاتجاه العكسي.
2. **ربح الفولطية** (A_V) كبيرا، لان فولطية انحياز دائرة الدخول صغيرة جدا في حين فولطية انحياز دائرة الخروج كبيرة جدا. أي أن: $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$
3. **ربح التيار** (α) اقل من الواحد الصحيح لان ربح التيار هو نسبة تيار الخروج (تيار الجامع I_C) إلى تيار الدخول (تيار الباعث I_E) أي ان: $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$
4. **ربح القدرة** (G) يكون متوسطا حيث أن ربح القدرة هو نسبة القدرة الخارجة إلى القدرة الداخلة او ربح القدرة يساوي ربح التيار مضروبا في ربح الفولطية أي ان: $(G = \frac{P_{out}}{P_{in}})$ OR $(G = A_V \times \alpha)$
5. **الإشارة الخارجة** تكون بالطور نفسه مع الإشارة الداخلة لان تيار الجامع يتغير باتجاه تيار الباعث نفسه.

س/ هل يمكن ان ؟ ولماذا ؟ يستعمل المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة لتكبير التيار ؟

ج/ كلا لا يمكن ذلك لان ربح التيار اقل من الواحد الصحيح حيث $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ وان تيار الجامع (I_C) اصغر تيار الباعث (I_E) بمقدار تيار القاعدة (I_B) أي ان $I_C = I_E - I_B$.

انتباه!!

➢ من قانون أوم $(R = \frac{V}{I})$ يكن حساب الفولطية الخارجية والداخلة:

لدائرة الباعث (دخول) $V_{in} = I_E \times R_{in}$

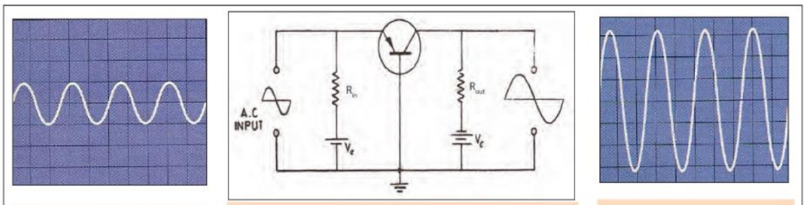
لدائرة الجامع (خروج) $V_{out} = I_C \times R_{out}$

➢ من قانون القدرة $(P = I \times V)$ يمكن حساب القدرة الخارجة والقدرة الخارجة:

القدرة الخارجة $P_{in} = I_E \times V_{in}$

القدرة الخارجة $P_{out} = I_C \times V_{out}$

• الشكل يمثل مخططا لدائرة المضخم باستعمال الترانزستور pnp ذي القاعدة المشتركة (القاعدة مؤرضة) نجد ان ملتقى (الباعث–قاعدة) محيزا بالاتجاه الأمامي، وملتقى (الجامع–قاعدة) محيزا بالاتجاه العكسي.



الإشارة الخارجة من دائرة الجامع تكون مكبرة وبالطور نفسه مع الإشارة الداخلة في دائرة (الباعث) فرق الطور بينهما = صفر)

دائرة المضخم باستعمال الترانزستور pnp ذو القاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة)

الإشارة الداخلة في دائرة الباعث

شكل (39) دائرة المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة (للاطلاع)

2. المضخم pnp ذو الباعث المشترك (الباعث المؤرض)

- في المضخم ذو الباعث المشترك يكون تيار الدخول هو تيار القاعدة (I_B) اما تيار الخروج فهو تيار الجامع (I_C).
- ان القاعدة تكون بجهد سالب نسبة الى الباعث. وان الجامع يكون بجهد سالب نسبة الى كل من الباعث والقاعدة.

س/ بماذا تتميز دائرة المضخم pnp ذو الباعث المشترك؟ ج/ يتميز بان:

1. ربح التيار (α) عاليا لان ربح التيار هو نسبة تيار الخروج (تيار الجامع I_C) إلى تيار الدخول (تيار القاعدة I_B).
أي ان : $\alpha = \frac{I_C}{I_B}$ (تيار الخروج (تيار دائرة الجامع I_C) اكبر من تيار الدخول (تيار دائرة القاعدة I_B)
2. ربح الفولطية (A_V) كبيرا ، لان فولطية الخروج اكبر من فولطية الدخول أي ان : $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$
3. ربح القدرة (G) يكون كبيرا جدا ، حيث أن ربح القدرة هو نسبة القدرة الخارجة إلى القدرة الداخلة او ربح القدرة يساوي ربح التيار مضروبا في ربح الفولطية أي ان : $(G = A_V \times \alpha)$ OR $(G = \frac{P_{out}}{P_{in}})$
4. الاشارة الخارجة تكون بطور معاكس للإشارة الداخلة أي أن فرق الطور (180^o) وسبب ذلك هو ان تيار الجامع يتغير باتجاه معاكس لتغير تيار القاعدة.

س/ د2 2014 ماذا يحصل ؟ ولماذا ؟ عند وضع فولطية اشارة متناوبة (AC) بين طرفي دائرة الدخول في دائرة المضخم pnp ذي الباعث المشترك (الباعث المؤرض).

ج/ عند وضع فولطية اشارة متناوبة (AC) بين طرفي دائرة الدخول سوف تعمل على تغير جهد القاعدة وان أي تغير صغير في جهد القاعدة سيكون كافيا لأحداث تغير كبير في تيار دائرة (الجامع - قاعدة) وبما ان هذا التيار ينساب خلال حمل مقاومته (R_L) كبيرة المقدار فهو يولد فرق جهد كبير المقدار عبر مقاومة الحمل والذي يمثل فرق جهد الاشارة الخارجة وان الاشارة الخارجة من دائرة الجامع تكون بطور معاكس لطور الاشارة الداخلة لان تيار الجامع يتغير باتجاه معاكس لتغير تيار القاعدة.

س/ لماذا يكون فرق جهد الاشارة المتولدة (الخارجة) كبيرا في المضخم ذو الباعث المشترك على الرغم من صغر التغير في جهد القاعدة (الدخول) ؟

ج/ بسبب التغير الكبير الحاصل في تيار الخروج (القاعدة - جامع) وانسياب هذا التيار في حمل R_L مقاومته كبيرة المقدار فيتولد فرق جهد كبير المقدار عبر مقاومة الحمل والذي يمثل جهد الاشارة الخارجة .

س/ كيف تفسر ان الاشارة الخارجة (من دائرة الجامع) تكون بطور معاكس لطور الاشارة الداخلة (في دائرة الجامع) (فرق الطور بينهما = 180^o) في المضخم ذو الباعث المشترك ؟

ج/ ان النصف الموجب لإشارة فولطية الدخول يقلل من مقدار فولطية الانحياز الامامي للملتقى (الباعث - قاعدة) فيقلل من مقدار التيار المنساب في دائرة (الجامع - قاعدة) والمنساب في الحمل R_L فيؤدي الى تناقص فرق الجهد عبر الحمل مما يجعل جهد الاشارة الخارجة يكون سالبا. اما النصف السالب للإشارة الداخلة فهو يتسبب بزيادة مقدار فولطية الانحياز الامامي للملتقى (الباعث - قاعدة) ومن ثم بجعل جهد الاشارة الخارجة موجبا.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

انتباه!!

- من قانون أوم $(R = \frac{V}{I})$ يكن حساب الفولطية الخارجية والداخلة:

$V_{in} = I_B \times R_{in}$ لدائرة القاعدة (دخول)

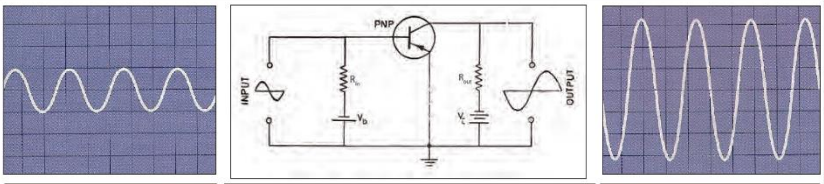
$V_{out} = I_C \times R_{out}$ لدائرة الجامع (خروج)

- من قانون القدرة $(P = I \times V)$ يمكن حساب القدرة الخارجة والقدرة الخارجة:

$P_{in} = I_B \times V_{in}$ القدرة الخارجة

$P_{out} = I_C \times V_{out}$ القدرة الخارجة

- الشكل يمثل مخطط لدائرة المضخم باستعمال الترانزستور ذي الباعث المشترك (الباعث المؤرض):



الاشارة الخارجة من دائرة الجامع تكون مكبرة وبعكس طور الاشارة الداخلة في دائرة الباعث (فرق الطور بينهما = 180°)

دائرة المضخم باستعمال الترانزستور pnp ذو الباعث المشترك (الباعث المؤرض)

الاشارة الداخلة في دائرة الباعث

شكل (40) دائرة المضخم pnp ذو الباعث المشترك (للاطلاع)

الدوائر المتكاملة

س/ ما المقصود بالدوائر المتكاملة؟

ج/الدوائر المتكاملة: هي جهاز صغير جدا يستعمل للسيطرة على الاشارات الكهربائية في كثير من الاجهزة الكهربائية كالحاسبات الالكترونية واجهزة التلفاز والهاتف الخلوي وبعض اجزاء السيارات والاقراص المدمجة والمركبات الفضائية .

س/ ما هي المكونات الدوائر المتكاملة؟

ج/ تحتوي الدوائر المتكاملة الالاف من العناصر المعقدة التي تصنع بعملية واحدة ، اذ تصنع عناصرها على شريحة صغيرة منفردة من رقاقة من السليكون (Si) وهذه العناصر تشمل الثنائيات البلورية والترانزستورات والمقاومات والمكثفات لتكون منظومات الكترونية تؤدي وظيفة معينة.

س/ علام تعتمد عملية تصنيع الدوائر المتكاملة؟

ج/ تعتمد على ما يسمى بعملية تقنية الانتشار في المستوي الواحد حيث يتم تنفيذ جميع الخطوات العملية اللازمة لتصنيعها على سطح واحد لشريحة السليكون.

س/ ماهي مراحل تصنيع عناصر الدوائر المتكاملة ؟

ج/ ان مراحل تصنيع عناصر الدوائر المتكاملة يتم بشكل اساسي بإنتاج ثلاث طبقات رئيسة وهي:

1. **الطبقة الاساسية:** وهي عملية انماء بلورة السليكون الاسطوانية الشكل ومن ثم تقطيعها إلى رقاقات دائرية تسمى بطبقة الاساس وهذه الطبقة هي عبارة عن شبه موصل نوع (P) وتمثل الجسم الذي يرتكز عليه جميع اجزاء الدائرة المتكاملة.

2. **الطبقة الفوقية نوع (N)**: تصنع الطبقة الفوقية (N) عن طريق وضع رقاقات السليكون في فرن حراري خاص وبتسليط غاز (هو مزيج من ذرات السليكون وذرات مانحة خماسية التكافؤ على الرقاقات) يكون هذا المزيج طبقة رقيقة شبه موصلة نوع (N) تسمى الطبقة الفوقية.

3. **الطبقة العازلة** : بعد ان تنمى الطبقة الفوقية (N) على طبقة الاساس (P) توضع الرقاقات في فرن حراري خاص يحتوي غاز الاوكسجين وبخار الماء في درجة حرارة معينة فتتكون طبقة من ثنائي اوكسيد السليكون (SiO_2) والتي تمثل الطبقة العازلة.

س/ (د1خا 2015)/ بماذا تتميز الدوائر المتكاملة عن الدوائر الكهربائية الاعتيادية (المنفصلة)؟

ج/ تتميز الدوائر المتكاملة بكونها:

(1) صغيرة الحجم. (2) تستهلك قدرة قليلة جدا. (3) سريعة العمل. (4) خفيفة الوزن. (5) رخيصة الثمن (6)تؤدي الكثير من الوظائف التي تؤديها الدوائر الكهربائية العادية التي تتألف من اجزاء منفصلة وصلت مع بعضها.

هل تعلم

إن شريحة دائرة متكاملة حجمها صغير جدا يمكن أن تحتوي على ملايين الترانزستورات.



أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

اسئلة للمراجعة

س/ (د1 2014) / كيف تتولد الفجوة في مادة شبه الموصل ؟

ج/ تتولد نتيجة لانتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون او الجرمانيوم نتيجة تأثير حراري او تأثير ضوئي.

س/ كيف تفسر انتقال الالكترون من حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل في المادة شبه الموصلة النقية؟

ج/ تفسير ذلك بان الالكترون قد اكتسب طاقة مقدارها مساوي او اكبر من ثغرة الطاقة المحظورة.

س/ما تأثير ارتفاع درجة حرارة المادة الشبه الموصل النقي في مقدار ثغرة الطاقة المحظورة؟

ج/ يقل مقدار ثغرة الطاقة المحظورة في السليكون النقي بارتفاع درجة حرارته فوق الصفر كلفن حتى درجة حرارة الغرفة (300K).

- يكون مقدار ثغرة الطاقة المحظورة للسليكون النقي عند درجة حرارة الغرفة (300K) هي (1.1eV) و مقدار ثغرة الطاقة المحظورة للجرمانيوم النقي عند درجة حرارة الغرفة (300K) هي (0.72eV).

س/ ماذا يعني ان ثغرة الطاقة المحظورة للسليكون وعند درجة حرارة الغرفة (300K) تساوي (1.1eV) ؟

ج/ يعني ان الالكترون لكي ينتقل من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر ثغرة الطاقة المحظورة يحتاج الى طاقة مقدارها لا يقل عن (1.1eV).

س/ ماذا يعني ان ثغرة الطاقة المحظورة للجرمانيوم وعند درجة حرارة الغرفة (300K) تساوي (0.72eV)؟

ج/ يعني ان الالكترون لكي ينتقل من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر ثغرة الطاقة المحظورة يحتاج الى طاقة مقدارها لا يقل عن (0.72eV).

س/ ما عدد الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل وعدد الفجوات في حزمة التكافؤ في شبه الموصل عند درجة حرارة الغرفة؟

ج/ تركيز الفجوات الموجبة المتولدة في حزمة التكافؤ = تركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل السابع أمثلة عن الكترونيات الحالة الصلبة

أمثلة الكتاب

س1/ (ت 2014)/ في دائرة الترانزستور كمضخم ذي القاعدة المشتركة (القاعدة مورضة) إذا كان تيار الباعث $(I_E = 3mA)$ وتيار الجامع $(I_C = 2.94mA)$ ومقاومة الدخول $(R_{in} = 500\Omega)$ ومقاومة الخروج $(R_{out} = 400k\Omega)$ احسب: (1) ربح التيار (α) (2) ربح الفولطية (A_v)

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{2.94 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = 0.98$$

$$V_{in} = I_E\, R_{in} = 3 \times 10^{-3} \times 500 = 1.5V$$

$$V_{out} = I_C\, R_{out} = 2.94 \times 10^{-3} \times 400000 = 1176V$$

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1176}{1.5} = 784$$

س2/ في دائرة الترانزستور كمضخم ذي القاعدة المشتركة (القاعدة مؤرضة) إذا كان ربح القدرة $G = 768$ وتكبير الفولطية (ربح الفولطية) يساوي $(A_v = 784)$ وتيار الباعث $(I_E = 3 \times 10^{-3}A)$ جد تيار القاعدة (I_B)؟

$$G = A_V \times \alpha$$

$$\alpha = \frac{G}{A_V} = \frac{768}{784} = 0.98$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$I_C = \alpha\, I_E = 0.98 \times 3 \times 10^{-3} = 2.94 \times 10^{-3}\, A$$

$$I_B = I_E - I_C = 3 \times 10^{-3} - 2.94 \times 10^{-3} = 0.06 \times 10^{-3} A$$

س3/ (د2 2013)/ في دائرة الترانزستور كمضخم ذي القاعدة المشتركة اذا كان تيار الجامع $(I_C = 1.96 \times 10^{-3}A)$ وتيار القاعدة $(I_B = 0.04 \times 10^{-3}A)$ وربح القدرة $G = 490$ جد مقدار 1 - ربح التيار 2 - ربح الفولطية.

س4/ (د3 2014)/ في دائرة الترانزستور ذي الباعث المشترك ، اذا كان مقدار ربح التيار=9 وربح الفولطية =4500 وتيار الجامع $(I_C = 0.27mA)$ احسب مقدار : 1- تيار القاعدة 2 - تيار الباعث 3 - ربح القدرة

س5/ (د2 2015) / في دائرة الترانزستور كمضخم ذوالقاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة) اذا كان تيار الجامع يساوي $(I_C = 5.88mA)$ وربح التيار (0.98) ومقاومة الدخول $(R_{in} = 1000\Omega)$ ومقاومة الخروج $(R_{out} = 800k\Omega)$. احسب: (1) تيار الباعث (2) ربح الفولطية (A_v)

قوانين الفصل السابع

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
ماجستير فيزياء
07700735728

تيار الجامع (I_C) تيار الباعث (I_E) تيار القاعدة (I_B)	$I_C = I_E - I_B$
1. pnp ذو القاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة)	
ربح الفولطية (A_v)	$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$
ربح التيار (α)	$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$
ربح القدرة (G)	$(G = A_V \times \alpha)$ OR $(G = \frac{P_{out}}{P_{in}})$
من قانون أوم $(R = \frac{V}{I})$	دائرة الباعث (دخول) $V_{in} = I_E \times R_{in}$ دائرة الجامع (خروج) $V_{out} = I_C \times R_{out}$
من قانون القدرة $(P = I \times V)$	القدرة الخارجة $P_{in} = I_E \times V_{in}$ القدرة الخارجة $P_{out} = I_C \times V_{out}$
2. pnp ذو الباعث المشترك (الباعث المؤرض)	
ربح الفولطية (A_v)	$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$
ربح التيار (α)	$\alpha = \frac{I_C}{I_B}$
ربح القدرة (G)	$(G = A_V \times \alpha)$ OR $(G = \frac{P_{out}}{P_{in}})$
من قانون أوم $(R = \frac{V}{I})$	دائرة القاعدة (دخول) $V_{in} = I_B \times R_{in}$ دائرة الجامع (خروج) $V_{out} = I_C \times R_{out}$
من قانون القدرة $(P = I \times V)$	القدرة الخارجة $P_{in} = I_B \times V_{in}$ القدرة الخارجة $P_{out} = I_C \times V_{out}$

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

أسئلة الفصل السابع

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- إذا كان الثنائي البلوري محيزا باتجاه امامي فعند زيادة مقدار فولطية الانحياز الأمامي، فان مقدار التيار الامامي:

(a) يزداد (b) يقل (c) يبقى ثابتا (d) يزداد ثم ينقص

الجواب: (a) يزداد

2- (د1 2015) عند زيادة حاجز الجهد في الثنائي البلوري pn المحيز انحيازا أماميا، فان مقدار التيار الأمامي في دائرته:

(a) يزداد (b) يقل (c) يبقى ثابتا (d) يزداد ثم ينقص

الجواب: (b) يقل

3- (د1خا 2015) الالكترونات الحرة في شبه الموصل النقي وبدرجة حرارة الغرفة تشغل:

(a) حزمة التكافؤ. (b) ثغرة الطاقة المحظورة. (c) حزمة التوصيل. (d) المستوى القابل

الجواب: (c) حزمة التوصيل.

4- تتولد الأزواج الكترون – فجوة، في شبه الموصل النقي، بوساطة:

(a)أعادة الالتحام. (b) التأين. (c) التطعيم. (d) التأثير الحراري.

الجواب: (d) التأثير الحراري.

5- (د1ن 2015) التيار المنساب في شبه الموصل النقي ناتج عن:

(a) الالكترونات الحرة فقط. (b) الفجوات فقط.
(c) الايونات السالبة. (d) الالكترونات والفجوات كليهما.

الجواب: (d) الالكترونات والفجوات كليهما.

6- في شبه الموصل نوع n وعند درجة حرارة الغرفة، يكون:

(a) عدد الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل يساوي عدد الفجوات في حزمة التكافؤ.
(b) عدد الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل اكبر من عدد الفجوات في حزمة التكافؤ.
(c) عدد الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل اقل من عدد الفجوات في حزمة التكافؤ.
(d) جميع الاحتمالات السابقة، يعتمد ذلك على نسبة الشوائب .

الجواب: (b) عدد الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل اكبر من عدد الفجوات في حزمة التكافؤ.

7- تتولد منطقة الاستنزاف في الثنائي pn بوساطة:
(a)أعادة الالتحام. (b) التناضح. (c) التأين. (d) جميع الاحتمالات السابقة (a,b,c).

الجواب: (d) جميع الاحتمالات السابقة (a,b,c).

8- الثنائي pn الباعث للضوء (LED)، يبعث الضوء عندما:
(a) يحيز باتجاه امامي. (b) يحيز باتجاه عكسي.
(c) يكون حاجز الجهد عبر الملتقى كبيرا. (d) يكون بدرجة حرارة الغرفة.

الجواب: (a) يحيز باتجاه امامي.

9- تيار الباعث (I_E) في دائرة الترانزستور، يكون دائما:
(a)أكبر من تيار القاعدة. (b) اقل من تيار القاعدة.
(c) أكبر من تيار الجامع. (d) الاجوبة (a,c).

الجواب: (d) الاجوبة (a,c).

10- (ت 2013) منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري في المنطقة n تحتوي فقط:
(a) الكترونات حرة. (b) فجوات. (c) أيونات موجبة. (d) أيونات سالبة.

الجواب: (c) أيونات موجبة.

11- يسلك السليكون سلوك العازل عندما يكون:
(a) نقيا. (b) في الظلمة. (c) بدرجة الصفر المطلق. (d) الاجوبة الثلاثة (a,b,c) مجمعة.

الجواب: (d) الاجوبة الثلاثة (a,b,c) مجمعة.

12- يزداد المعدل الزمني لتوليد الازواج الكترون – فجوة في شبه الموصل:
(a) بإدخال شوائب خماسية التكافؤ. (b) بإدخال شوائب ثلاثية التكافؤ.
(c) بارتفاع درجة الحرارة. (d) ولا واحد مما سبق.

الجواب: (c) بارتفاع درجة الحرارة.

13- (د1 2013) منطقة القاعدة في الترانزستور تكون:
(a) واسعة وقليلة الشوائب. (b) واسعة وكثيرة الشوائب.
(c) رقيقة وقليلة الشوائب. (d) رقيقة وكثيرة الشوائب.

الجواب: (c) رقيقة وقليلة الشوائب.

14- (د2ن 2015) ربح التيار (α) في المضخم pnp ذي الباعث المشترك هو نسبة:

(a) $\frac{I_E}{I_C}$ (b) $\frac{I_B}{I_C}$ (c) $\frac{I_C}{I_B}$ (d) $\frac{I_C}{I_E}$

الجواب: (c) $\frac{I_C}{I_B}$

15- (د1خا 2014) فرق الطور بين الإشارة الخارجة والإشارة الداخلة في المضخم pnp ذي القاعدة المشتركة يساوي:

(a) صفرا (b) 90^0 (c) 180^0 (d) 270^0

الجواب: (a)صفرا

16- ربح التيار (α) في دائرة الترانزستور pnp المستعمل كمضخم ذي القاعدة المشتركة يساوي نسبة:

(a) $\frac{I_E}{I_B}$ (b) $\frac{I_C}{I_E}$ (c) $\frac{I_C}{I_B}$ (d) $\frac{I_E}{I_B}$

الجواب: (b) $\frac{I_C}{I_E}$

17- يقع مستوى فيرمي في شبه الموصل نوع (N) عند درجة حرارة (0K):

(a) اسفل المستوى المانح. (b) منتصف المسافة بين قعر حزمة التوصيل والمستوى المانح.

(c) في منتصف ثغرة الطاقة. (d) منتصف المسافة بين قمة حزمة التكافؤ والمستوى المانح.

الجواب: (b) منتصف المسافة بين قعر حزمة التوصيل والمستوى المانح.

18- مستوى فيرمي هو:

(a) معدل قيمة كل مستويات الطاقة. (b) مستوى الطاقة في قمة حزمة التكافؤ.

(c) اعلى مستوى طاقة مشغول عند (0^0C). (d) اعلى مستوى طاقة مشغول عند (0K).

الجواب: (d) اعلى مستوى طاقة مشغول عند (0K).

أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س2

ضع كلمة صح او خطا امام كل عبارة من العبارت التالية، مع تصحيح الخطأ، دون ان تغير ما تحته خط:

1- بلورة السليكون نوع n تكون سالبة الشحنة.

الجواب/ خطأ

بلورة السليكون نوع n تكون متعادلة الشحنة.

2- منطقة الاستنزاف في الثنائي pn تحتوي ايونات موجبة في المنطقة p وايونات سالبة في المنطقة n.

الجواب/خطأ

منطقة الاستنزاف في الثنائي pn تحتوي ايونات سالبة في المنطقة n وايونات موجبة في المنطقة p.

3- تزداد قابلية التوصيل الكهربائي في شبه الموصل النقي بارتفاع درجة حرارته.

الجواب / صح

4- الثنائي الباعث للضوء يحيز بأتجاه أمامي.

الجواب / صح

5- مقدار ثغرة الطاقة المحظورة في الجرمانيوم (1.1eV).

الجواب / خطأ

مقدار ثغرة الطاقة المحظورة في الجرمانيوم (0.72eV).

6- يزداد مقدار جهد الحاجز في الثنائي البلوري عندما يكون محيزا بالاتجاه الامامي.

الجواب / خطأ

يقل مقدار جهد الحاجز في الثنائي البلوري عندما يكون محيزا بالاتجاه الامامي.

7- يحيز الباعث في الترانزستور دائما بالاتجاه الامامي.

الجواب / صح

8- في الموصلات وعند درجة 0K تكون مستويات الطاقة التي تقع تحت مستوي فيرمي مشغولة بالالكترونات.

الجواب / صح

9- ربح القدرة في المضخم pnp ذي القاعدة المشتركة يكون كبيرا جدا.

الجواب / خطأ

ربح القدرة في المضخم pnp ذي القاعدة المشتركة يكون متوسطا .

10- تتولد الأزواج الكترون فجوة في شبه الموصل نتيجة عملية اعادة الالتحام بين الالكترونات والفجوات.

الجواب / خطأ

تتولد الأزواج الكترون فجوة في شبه الموصل نتيجة التأثير الحراري.

11- منطقة القاعدة في الترانزستور تكون دائما رقيقة وقليلة الشوائب.

الجواب / صح

12- في الترانزستور npn ذي القاعدة المشتركة يكون تيار الباعث أكبر من تيار الجامع.

الجواب / صح

13- في الترانزستور npn ذي الباعث المشترك تكون الاشارتان الخارجة والداخلة بالطور نفسه.

الجواب / خطأ

في الترانزستور npn ذي الباعث المشترك تكون الاشارة الخارجة بطور معاكس للإشارة الداخلة.

14- بلورة الجرمانيوم نوع p تكون الفجوات هي حاملات الشحنة الاغلبية.

الجواب / صح

س3 ما الفرق بين كل مما يلي:

1. (د3م 2015) **الايون الموجب والفجوة الموجبة في أشباه الموصلات.**

الايون الموجب	الفجوة الموجبة
1. يتكون من ذرة شائبة مانحة خماسية التكافؤ	1. هي موقع خال من الالكترون نشأ من إنتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تأثير حراري أو أكتساب طاقة. أو تنشأ من إنتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تطعيم المادة شبه الموصل بشائب قابل.
2. يرتبط مع أربع ذرات سليكون مجاورة لها . لذا فإن الذرة الشائبة تصبح آيونا موجبا.	2. تكون حرة الحركة.
3. لا يعد من حاملات الشحنة لأنه لا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل المطعم لأنه يرتبط مع الهيكل البلوري ارتباطا وثيقا.	3. لها دور في التوصيل الكهربائي وهي الحاملات الرئيسية في المادة شبه الموصلة نوع p وثانوية في المادة شبه الموصل نوع n .

2. (ت 2015) **الثنائي الباعث للضوء والثنائي المتحسس للضوء.**

الثنائي الباعث للضوء	الثنائي المتحسس للضوء
1. يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية.	1. يحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية.
2. يبعث الضوء عندما يحيز بالاتجاه الامامي. ينساب تيار في دائرته نتيجة حصول عملية اعادة الالتحام التي تجعل بين الالكترونات والفجوات فتحرر طاقة بشكل ضوء (احمر أو أصفر أو أخضر) تبعا لمكوناته وثنائيات أخرى تبعث أشعة تحت الحمراء للتحذير من اللصوص. كما يستعمل كدليل لتبيان أشتغال الاجهزة الكهربائية وفي الاسلحة الموجهة.	2. يعمل عندما يحيز بالاتجاه العكسي فيزداد توصيله للتيار كلما ازدادت شدة الضوء الساقط عليه.
3. يستعمل في العدادات والساعات الرقمية.	3. يستعمل كمقياس لشدة الضوء كما في الة التصوير. وكما في كاشفات الضوء .

3. **شبه موصل نوع n وشبه موصل نوع p من حيث:**

(a)**نوع الشائبة المطعمة فيه .** (b) **حاملات الشحنة الاغلبية وحاملات الشحنة الاقلية.**

(c)**المستوي الذي تولده كل شائبة وموقعه.**

من حيث	شبه موصل نوع n	وشبه موصل نوع p
(a) نوع الشائبة المطعمة فيه .	شوائب ذراتها خماسية التكافؤ (أنتيمون Sb مثلا)	شوائب ذراتها ثلاثية التكافؤ (البورون B مثلا)
(b) حاملات الشحنة الاغلبية.	الالكترونات في حزمة التوصيل نتيجة التطعيم والتأثير الحراري.	الفجوات الموجبة في حزمة التكافؤ نتيجة التطعيم والتأثير الحراري.
حاملات الشحنة الاقلية.	الفجوات الموجبة لأنها تتولد فقط نتيجة التأثير الحراري	الالكترونات في حزمة التوصيل نتيجة التأثير الحراري
(c) المستوي الذي تولده كل شائبة وموقعه.	المستوى المانح يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وتحت حزمة التوصيل مباشرة، والمستوى المانح تشغله الالكترونات التي حررتها الذرات المانحة ونتيجة لذلك يرتفع مستوى فيرمي ويقترب من حزمة التوصيل .	المستوى القابل يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وفوق حزمة التكافؤ مباشرة ونتيجة لذلك ينخفض مستوى فيرمي ويقترب من حزمة التكافؤ .

4. (د1 2014) **الباعث والجامع في الترانزستور من حيث :**

(a) **جمع حاملات التيار او ارسالها.** (b) **طريقة الانحياز.** (c) **ممانعة الملتقى.** (d) **نسبة الشوائب.**

من حيث	الباعث في الترانزستور	الجامع في الترانزستور
(a) جمع حاملات التيار او ارسالها.	يرسل (يجهز) حاملات الشحنة (التيار) الى الجامع خلال القاعدة.	يجمع (يجذف) تلك الحاملات خلال القاعدة.
(b) طريقة الانحياز	يحيز دائما انحيازا أماميا ملتقى (الباعث – قاعدة).	يحيز دائما انحيازا عكسيا ملتقى (الباعث – قاعدة).
(c) ممانعة الملتقى.	(الباعث – قاعدة) ممانعة الدخول صغيرة بسبب الربط الامامي.	(الجامع – قاعدة) ممانعة الدخول كبيرة بسبب الربط العكسي.
(d) نسبة الشوائب.	منطقة الباعث تطعم دائما بنسبة عالية من الشوائب.	منطقة الجامع تكون نسبة الشوائب فيها متوسطة.

س4 علل ما يأتي:

1. (ت 2014) (د1خا 2014) **سبب تولد منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري pn ؟**

الجواب: ان الالكترونات الحرة في المنطقة n القريبة من الملتقى pn تنتشر (تنضح) الى المنطقة p عبر الملتقى (وعندئذ تلتحم الالكترونات مع الفجوات القريبة من الملتقى) ونتيجة لهذه العملية تنشأ منطقة رقيقة على جانبي الملتقى تحتوي أيونات موجبة في المنطقة n وأيونات سالبة في المنطقة p وتكون خالية من حاملات الشحنة تسمى منطقة الاستنزاف (يتوقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى pn عندما تحصل حالة التوازن).

2. (د1خا 2013) **ممانعة ملتقى (الجامع - القاعدة) في الترانزستور تكون عالية، بينما ممانعة ملتقى (الباعث - القاعدة) واطئة؟**

الجواب: بسبب الانحياز الامامي للملتقى (الباعث – قاعدة) تضيق منطقة الاستنزاف ويقل حاجز الجهد عبر الباعث فتكون ممانعة ملتقى الباعث واطئة.

وبسبب الانحياز العكسي للملتقى (الجامع – قاعدة) تتسع منطقة الاستنزاف ويزداد حاجز الجهد عبر الجامع فتكون ممانعة ملتقى الجامع عالية.

3. (د2 2014) **عند درجة حرارة الصفر المطلق وفي الظلمة تكون حزمة التوصيل في شبه الموصل النقي خالية من الالكترونات؟**

الجواب: عند درجة حرارة صفر كلفن $(\mathrm{T} = 0K)$ تتسم بفقدان الحرارة فقدانا كاملا. اذ لا يتوفر لشبه الموصل النقي في الظلمة اي تأثير حراري أو ضوئي لذا تكون حزمة التكافؤ مملوءة كليا بالالكترونات وحزمة التوصيل خالية من الالكترونات الحرة (يسلك شبه الموصل النقي سلوك العازل).

4. (ت 2016) **انسياب تيار كبير في دائرة الثنائي البلوري pn عندما يحيز بالاتجاه الامامي؟**

الجواب: عندما يحيز الثنائي البلوري باتجاه أمامي تضيق منطقة الاستنزاف ويقل مقدار حاجز الجهد للملتقى وتقل ممانعة الملتقى فينساب تيار كبير في دائرة الثنائي البلوري.

5. (د1 2014) **يحيز الثنائي البلوري pn المتحسس للضوء باتجاه عكسي قبل سقوط الضوء عليه ؟**

الجواب: لأن الفوتون الذي يمتلك طاقة تزيد على $(1.1\mathrm{eV})$ يتمكن من توليد زوج من (الالكترون - فجوة) في السليكون والفوتون الذي يمتلك طاقة تزيد على $(0.72\mathrm{eV})$ يتمكن من توليد زوج من (الالكترون - فجوة) في الجرمانيوم فيعمل هذا الثنائي على توليد قوة دافعة كهربائية بين طرفيه عند سقوط الضوء عليه ومقدارها في الثنائي المصنوع من السليكون $(0.5\mathrm{eV})$ والمصنوع من الجرمانيوم $(0.1\mathrm{eV})$.

6. (د3م 2015) **الآيون الموجب المتولد عند اضافة شائبة من نوع المانح الى بلورة شبه موصل نقي لا يعد من حاملات الشحنة ؟**

الجواب: لأن هذا الآيون الموجب يرتبط مع أربع ذرات مجاورة ويرتبط مع الهيكل البلوري ارتباطا وثيقا فلا يتحرك (ولا يعد من حاملات الشحنة ولا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل المطعم).

س5 ما المقصود بكل مما يلي :

1. (د1 2013) **مستوى فيرمي :** مستوى افتراضي يقع بين حزمة التكافؤ وحزمة التوصيل يحدد امكانية اشغال الالكترونات أو عدم اشغالها لبقية مستويات الطاقة. يعد مستوى فيرمي أعلى مستوى طاقة مسموح بها يمكن أن يملا بالالكترونات عند درجة صفر كلفن.

أو : **مستوى فيرمي :** هو مستوى افتراضي يقع في الحيز بين حزمتي التوصيل والتكافؤ فيكون دليلا لتحديد بقية مستويات الطاقة بكونها أعلى أو أوطأ منه وان (E_f) يمثل موضع مستوى فيرمي

2. **المستوى المانح :** مستوى يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة وتحت حزمة التوصيل مباشرة ويفصل بينهما مستوى فيرمي ويتولد المستوى المانح بوساطة الذرات المانحة، اذ تشغله الالكترونات التي حررتها الذرات المانحة .

3. **منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري pn وكيف تتولد ؟**

منطقة رقيقة على جانبي الملتقى تحتوي أيونات موجبة في المنطقة n وأيونات سالبة في المنطقة p وتكون خالية من حاملات الشحنة.

وتتولد: بسبب ان الالكترونات الحرة في المنطقة n القريبة من الملتقى pn تنتشر الى المنطقة p عبر الملتقى وعندئذ تلتحم الالكترونات مع الفجوات القريبة من الملتقى.

4. (د1 2014) **الفجوة في شبه الموصل وكيف تتولد ؟**

الفجوة : هي موقع خال من الالكترونات تسلك سلوك شحنة موجبة لها مقدار شحنة الكترون.

وتتولد: من انتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تأثير حراري أو تأثير ضوئي،

أو تتولد من انتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تطعيم المادة شبه الموصل بشائب قابل.

5. (د1 2013) **الزوج (الكترون – فجوة) :** الكترون وحيز فارغ في حزمة التكافؤ في الموقع الذي انتقل منه الالكترون يسمى هذا الموقع بالفجوة وتكون موجبة اذ يمثل حوامل الشحنة في شبه الموصل.

يتولد: من انتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تأثير حراري أو تأثير ضوئي،

أو تتولد من انتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تطعيم المادة شبه الموصل بشائب قابل.

تتولد الأزواج الكترون - فجوة في شبه الموصل نتيجة عملية انتزاع عدد من الالكترونات مساوي لعدد من الذرات في شبه الموصل بتأثير حراري أو تأثير ضوئي أو تطعيم المادة شبه الموصلة بشائب قابل.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س6 علام يعتمد مقدار كل مما يلي :

a. (د2ت 2013) (د1ن 2015) (ت 2016) **جهد الحاجز الكهربائي في الثنائي البلوري pn ؟**

الجواب: يعتمد على:

1. نوع مادة شبه الموصل المستعملة.
2. نسبة الشوائب المطعمة بها (ويزداد بزيادة نسبة الشوائب).
3. درجة حرارة المادة (ويزداد بزيادة درجة الحرارة).

b. (ت 2013) (د1خا 2014) **معدل توليد الازواج الكترون - فجوة في شبه الموصل النقي؟**

الجواب: يزداد المعدل الزمني لتوليد الازواج الكترون-فجوة في شبه الموصل النقي اعتمادا على:

1. درجة حرارة.
2. شبه مادة الموصل النقية.

c. (د3م 2015) **عدد الالكترونات الحرة المنتقلة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل في بلورة شبه موصلة نوع n بثبوت درجة الحرارة؟**

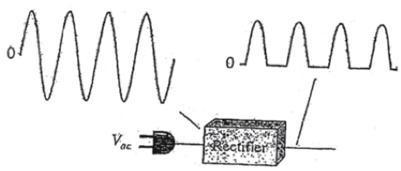
الجواب: نسبة الذرات المانحة المطعمة بها البلورة.

d. (د1خا 2013) (د2 2014) (د3 2015) **التيار المناسب في دائرة الثنائي البلوري pn المتحسس للضوء؟**

الجواب: شدة الضوء الساقط على الملتقى pn.

س7 (د1 2013) ماذا يحصل للتيار المتناوب لو وضع في طريقه ثنائي بلوري pn ؟

الجواب : ان هذا الثنائي يعمل على تحويل التيار المتناوب الى تيار. معدل بنصف موجة، لاحظ الشكل:



س8 (د1 2015) **بعد تطعيم بلورة شبه الموصل (مثل السليكون) بشوائب ثلاثية التكافؤ (مثل البورون) ما نوع البلورة التي نحصل عليها ؟ هل ان شحنتها ستكون موجبة؟ أم سالبة ؟ أم متعادلة كهربائيا ؟**

الجواب: نحصل على بلورة شبه موصلة نوع p ، الحاملات الاغلبية للشحنة هي الفجوات الموجبة وان شحنة البلورة ستكون متعادلة كهربائيا وذلك لأنها تمتلك عددا من الشحنات الموجبة. (أن صافي الشحنة الكلية للبلورة نوع p تساوي صفرا).

س9 (د2ح 2014) **في دائرة الترانزستور ذو الباعث المشترك اذا كان تيار الباعث يساوي** $(I_E = 0.4mA)$ **وتيار القاعدة** $(I_B = 40\mu A)$ **ومقاومة الدخول** $(R_{in} = 100\Omega)$ **ومقاومة الخروج** $(R_{out} = 50k\Omega)$.

احسب: (1) **ربح التيار** (α) (2) **ربح الفولطية** (A_V) (3) **ربح القدرة** (G) ؟

الحل

$$I_E = 0.4mA = 0.4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-4}A\ ,\ I_B = 40\mu A = 40 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-5}A$$

$$R_{out} = 50k\Omega = 50 \times 10^3 = 5 \times 10^4\Omega$$

$$I_E = I_B + I_C \Rightarrow I_C = I_E - I_B = 4 \times 10^{-4} - 4 \times 10^{-5} = 4 \times 10^{-4} - 0.4 \times 10^{-4}$$

$$I_C = 3.6 \times 10^{-4}A$$

1- $\alpha = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3.6\times10^{-4}}{4\times10^{-5}} = 9$

2- $V_{out} = I_C\, R_{out} = 3.6 \times 10^{-4} \times 3.6 \times 10^{-4} = 18V$

$V_{in} = I_B\, R_{in} = 4 \times 10^{-5} \times 100 = 4 \times 10^{-3}V$

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{18}{4 \times 10^{-3}} = 4500$$

3- $G = \alpha \times A_V = 9 \times 4500 = 40500$

س10 **في دائرة الترانزستور ذي الباعث المشترك. احسب ربح التيار** (α) **وتيار الباعث** (I_E) **اذا كان تيار القاعدة يساوي** $(I_B = 50\mu A)$ **وتيار الجامع يساوي** $(I_C = 3.65\mu A)$:

الحل

$$I_B = 50\mu A = 50 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5}A$$

$$I_C = 3.65mA = 3.65 \times 10^{-3} = 365 \times 10^{-5}A$$

$$\alpha = \frac{I_C}{I_B} = \frac{365 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-5}} = 73$$

$$I_E = I_B + I_C = 5 \times 10^{-5} + 365 \times 10^{-5} = 37 \times 10^{-4}A$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الثامن

الاطياف الذرية والليزر

Atomic Spectrums and Laser

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل الثامن الاطياف الذرية والليزر

س/ ماهي أهم النماذج لدراسة التركيب الذري للمادة ؟

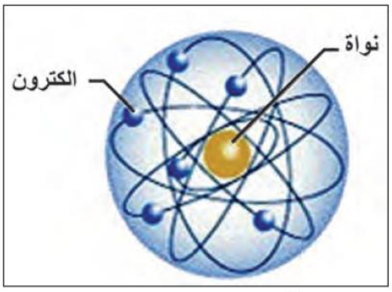
ج/ (1) نموذج ثومسون. (2) نموذج رذرفورد. (3) نموذج بور

س/ ماهي فرضيات نموذج ثومسن للذرة؟

ج/ (1) الذرة عبارة عن كرة مصمتة متناهية في الصغر موجبة الشحنة.

(2) الالكترونات السالبة تتوزع داخل الذرة.

(3) الذرة متعادلة كهربائيا.

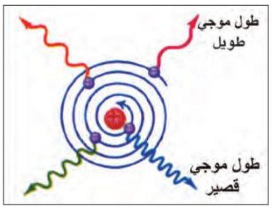


شكل (1) انموذج رذرفورد للذرة

س/ لماذا تركزت معظم الدراسات الطيفية على ذرة الهيدروجين ؟

ج/ لأن ذرة الهيدروجين هي ابسط الذرات تركيبا .

مستويات الطاقة وأنموذج بور للذرة



س/ ماهي فرضيات نموذج رذرفورد للذرة؟

ج/ أفترض بان الذرة تتكون من نواة موجبة متمركزة في وسط الذرة تدور حولها الالكترونات.

س/ لماذا فشل نموذج رذرفورد للذرة ؟

ج/ فشل للأسباب التالية:

(1) عندما يدور الالكترون في الذرة حول النواة يغير اتجاه حركته باستمرار لذا فهو جسيم معجل وتبعا للنظرية الكهرومغناطيسية الكلاسيكية فان أي شحنة متحركة بتعجيل تبعث اشعاعا كهرومغناطيسيا ولذلك يجب ان يفقد الالكترون الدائر حول النواة داخل الذرة جزءا من طاقته في اثناء الدوران أي انه يخسر طاقة بصورة مستمرة مادامت الحركة مستمرة ومن ثم يجب ان ينتهي بحركة حلزونية مقتربا من النواة في زمن قصير ومن ثم تنهار البنية الذرية.

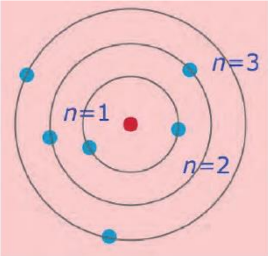
(2) عندما تتناقص طاقة الالكترونات تدريجيا يتولد طيف مستمر بينما اثبتت التجارب ان طيف ذرة الهيدروجين هو طيف خطي.

س/(د2خ 2014)**/ ما نوع طيف ذرة الهيدروجين؟** ج/هو طيف خطي.

➢ **لكن في الحقيقة ان شيئا من هذا القبيل لا يحدث مطلقا لان :**

(1) الذرات موجودة وممكن ان تبعث اشعاعا بأطوال موجية ذات قيم متميزة ودقيقة جدا. كما ان الذرة تحت الظروف الطبيعية تمثل تركيبا مستقرا لا تبعث اي اشعاع الا تحت شروط خاصة مثل تسخين المواد او تعريضها لجهد كهربائي في الانابيب المفرغة.

(2) لا يمكن حدوث انهيار للذرة. ولقد بقي وضع الالكترونات في الذرة وعدم انهيارها محيرا للعلماء اذ استمر البحث والاستقصاء عن سبب عدم انهيار الذرة الى ان درست اطياف الضوء المنبعث عن ذرات العناصر المثارة واكتشاف نظرية الكم.

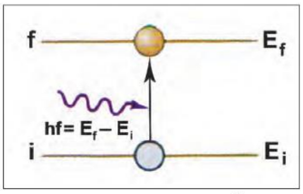


س/ ما هي فرضيات نموذج بور عن التركيب الذري؟

(1) **تدور الالكترونات سالبة الشحنة حول النواة بمدارات محددة المواقع تمثل مستويات الطاقة دون ان تشع طاقة ويمتلك الالكترون اقل طاقة عندما يكون في اقرب مستوي من النواة وعندها تكون الذرة مستقرة وان بقاء الالكترون في ذلك المستوي يستوجب امتلاكه طاقة وزخم مناسبين لذلك المستوي.**

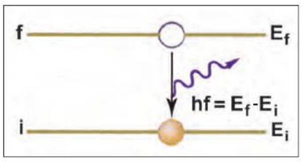
(2) **الذرة متعادلة كهربائيا اذ ان شحنة الالكترونات تساوي شحنة النواة الموجبة.**

(3) **ان الذرة لا تشع طاقة بسبب حركة الالكترون في مداره المحدد وتكون الذرة مستقرة.**



شكل (4) ذرة انتقلت من مستوى واطئ الطاقة الى مستوى طاقة اعلى

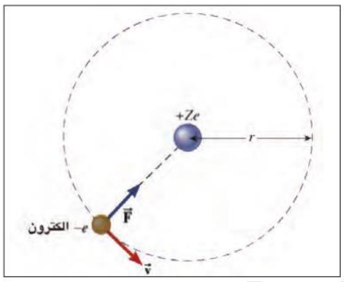
(4) **عندما يكتسب الالكترون كماً من الطاقة فانه يقفز من مستوى استقراره اذ تكون طاقته فيه (E_i) الى مستوى طاقة أعلى (E_f) عندها تكون الذرة متهيجة ثم تعود الذرة الى حالة استقرارها وذلك بعودة الالكترون الى مستوى استقراره باعثا فوتونا تردده (f) وطاقته (hf) تساوي فرق الطاقة بين المستويين . أي أن** $hf = E_f - E_i$



شكل (5) ذرة متهيجة تبعث فوتون برجوعها الى مستوى الاستقرار

(5) **في مجال الذرة يمكن تطبيق قانون كولوم على الشحنات الكهربائية والقانون الثاني لنيوتن على القوى الميكانيكية.**

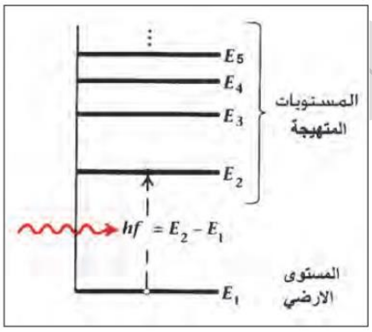
(6) **الالكترون يمتلك زخما زاويا $(L = mvr)$ في مداره المحدد يساوي اعدادا صحيحة من $(\frac{h}{2\pi})$ أي أن:**



$$L_n = n(\frac{h}{2\pi}) \Rightarrow mv_n r_n = n(\frac{h}{2\pi})$$

أذ أن $(n = 1,2,3,4,5,..)$ يمثل العدد الكمي الرئيسي.

طيف ذرة الهيدروجين



شكل (7) مستويات الطاقة

- **درس بور طيف ذرة الهيدروجين الاعتيادي لأنها ابسط ذرة، اذ تحتوي الكترونا واحدا فقط وخرج بكثير من المشاهدات والاستنتاجات شكلت اساس نظريته عن ذرة الهيدروجين.**
- **فعند اثارة ذرة الهيدروجين ينتقل الكترونها من المستوى الواطئ الطاقة الى مستوى اعلى طاقة ولا يبقى في مستوى الطاقة الاعلى الا لمدة زمنية قليلة نحو $(10^{-8}s)$ ثم يهبط الالكترون الى مستوى الطاقة الواطئ.**

المستوى الارضي للذرة: هو اوطئ مستوى طاقة للذرة. حيث تكون الكتروناتها في مستوياتها الواطئة. (يرمز له E_1).

المستويات المتهيجة: هي مستويات العليا في الذرة. (يرمز للمستويات العليا بـ E_2 ، E_3 ، E_4 ، ...)

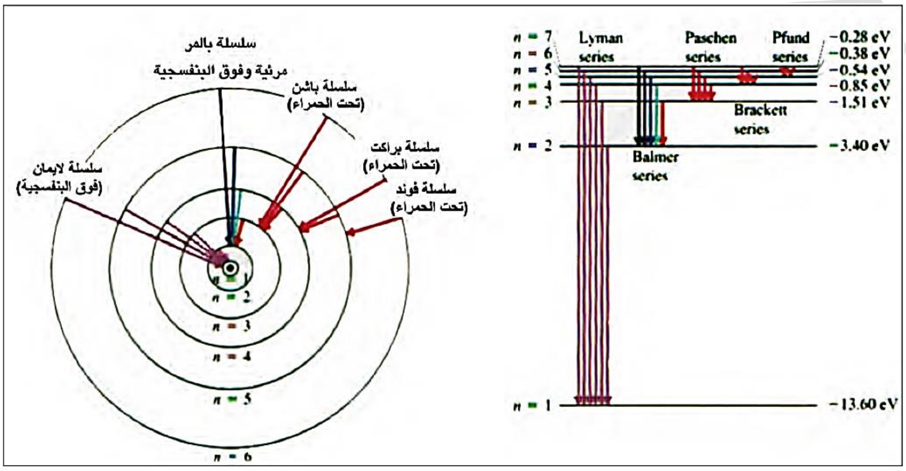
س/ لماذا لا يمتلك الالكترون طاقة كافية لكي يهرب من الذرة ؟

ج/ لان طاقة مستوياته سالبة.

سلاسل طيف ذرة الهيدروجين

س/ (ت 2014) / عدد سلاسل طيف ذرة الهيدروجين ؟ وكيف تتولد كل منها ؟

1. **سلسلة لايمان:** تنتج عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من المستويات العليا للطاقة الى المستوي الاول للطاقة (E_1) $(n = 1)$ ومدى تردداتها تقع في المنطقة فوق البنفسجية وهي سلسلة غير مرئية.
2. **سلسلة بالمر:** وتنتج عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من المستويات العليا للطاقة الى مستوي الطاقة الثاني (E_2) $(n = 2)$ ومدى تردداتها تقع في المنطقة المرئية وتمتد حتى المنطقة فوق البنفسجية.
3. **سلسلة باشن:** وتنتج عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من المستويات العليا للطاقة الى مستوي الطاقة الثالث (E_3) $(n = 3)$ ومدى تردداتها تقع في المنطقة تحت الحمراء وهي سلسلة غير مرئية.
4. **سلسلة براكت:** وتنتج من انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من المستويات العليا للطاقة الى مستوي الطاقة الرابع (E_4) $(n = 4)$ ومدى تردداتها تقع في المنطقة تحت الحمراء وهي سلسلة غير مرئية.
5. **سلسلة فوند:** وتنتج عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة العليا الى مستوي الطاقة الخامس (E_5) $(n = 5)$ ومدى تردداتها تقع في المنطقة تحت الحمراء وهي سلسلة غير مرئية.



شكل (7) مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين

الاطياف

س/ ما المقصود بالطيف ؟

ج/ **الطيف:** هي سلسلة من الترددات الضوئية الناتجة من تحليل حزمة الضوء الابيض بوساطة الموشور.

س/ ماهي الفائدة (الغرض) من دراسة الاطياف ؟

ج/ معرفة التركيب الذري والجزيئي للمادة. عن طريق تحليل الضوء الصادر عن تلك المواد ودراسة طيفها باستعمال جهاز المطياف.

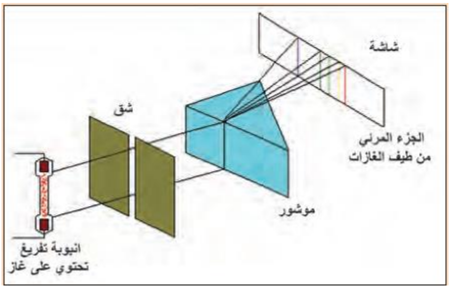
س/ (د1 2014) / أذكر اهم المصادر الضوئية المستعملة في دراسة الاطياف ؟

(1) **المصادر الحرارية:** هي المصادر التي تشع ضوءا نتيجة ارتفاع درجة حرارتها. مثل الشمس ومصباح التنكستن والاقواس الكهربائية.

(2) **مصادر تعتمد على التفريغ الكهربائي خلال الغازات:** مثل انابيب التفريغ الكهربائي عند ضغط منخفض.

أنواع الاطياف

س/ (د3 2014) / وضح بنشاط أنواع الاطياف؟



ج/ ادوات التجربة

(1) موشور زجاجي. (2) عدسة مكثفة (لامة). (3)حاجز ذو شق للحصول على حزمة متوازية تسقط على الموشور، (4) شاشة بيضاء.

(5) انابيب تفريغ تحتوي غاز مثل (النيون، الهيدروجين، بخار الزئبق).

(6) مصباح كهربائي خويطي (7) مصدر للتيار الكهربائي

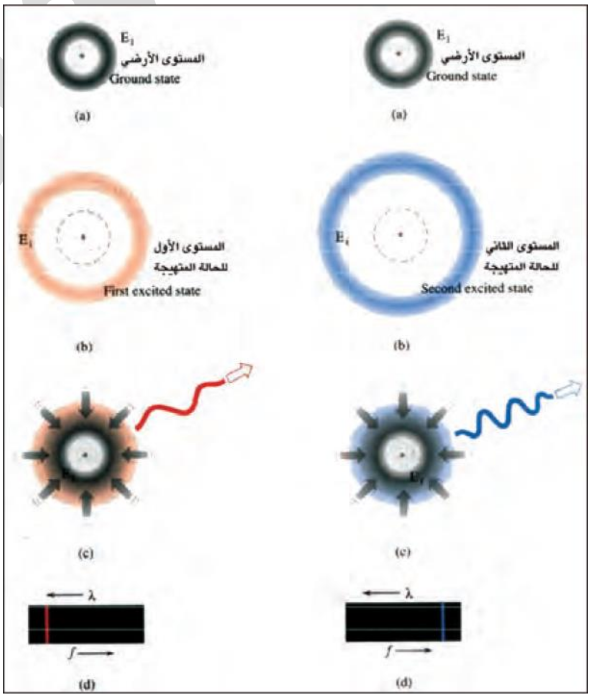
خطوات النشاط:

- **نربط الانبوب الذي يحتوي الهيدروجين بالدائرة الكهربائية المناسبة لكي يتوهج غاز الهيدروجين. لاحظ الشكل.**
- **ضع الموشور الزجاجي في مسار الحزمة المنبعثة من انبوب غاز الهيدروجين. ثم نغير موقع وزاوية سقوط الحزمة المنبعثة حتى نحصل على أوضح طيف ممكن على الشاشة.**
- **لاحظ شكل ولون الطيف الظاهر على الشاشة.**
- **كرر الخطوات السابقة باستعمال انابيب الغازات الاخرى المصباح الكهربائي الخويطي.**
- **لاحظ شكل ولون الاطياف المختلفة على الشاشة.**

الاستنتاج : نستنتج من النشاط ان الطيف الناتج من تحليل الاشعاعات المنبعثة من الغازات الاخرى يختلف باختلاف نوع الغاز.

س/ علام يعتمد الطيف الناتج من تحليل الاشعاعات المنبعثة من الغازات ؟

ج/ يعتمد على نوع الغاز.



انواع الاطياف

س/ ت 2013/ ماهي أنواع الاطياف؟

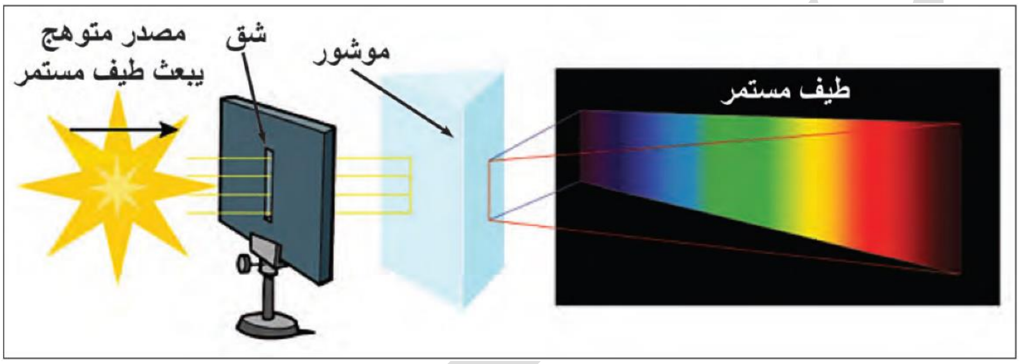
ج/ (1) أطياف الانبعاث.   (2) اطياف الامتصاص.

س/ ما المقصود بأطياف الانبعاث؟ وما هي انواع أطياف الانبعاث؟ كيف يتكون كل منها وكيف يمكن نحصل على كل منها؟

ج/ أطياف الانبعاث: هي أطياف المواد المتوهجة. وتقسم الى :

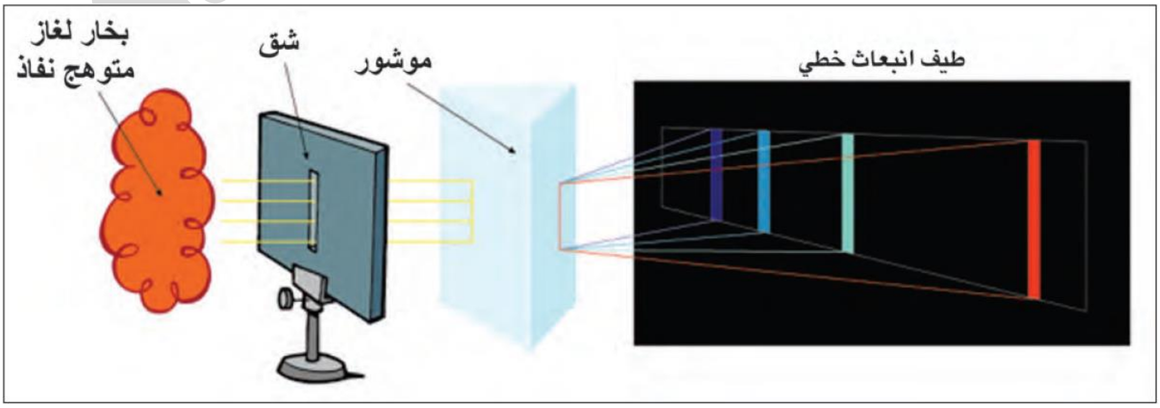
(1) (د1خا 2013، د3 2015) الطيف المستمر: هو طيف يتكون على مدى واسع من الاطوال الموجية الواقعة ضمن المدى المرئي المتصلة مع بعضها.

الحصول عليه: نحصل عليه من الاجسام الصلبة المتوهجة او السوائل المتوهجة او الغازات المتوهجة تحت ضغط عال جدا. مثل الطيف المنبعث من مصبح التنكستن المتوهج لدرجة البياض هو طيف مستمر.



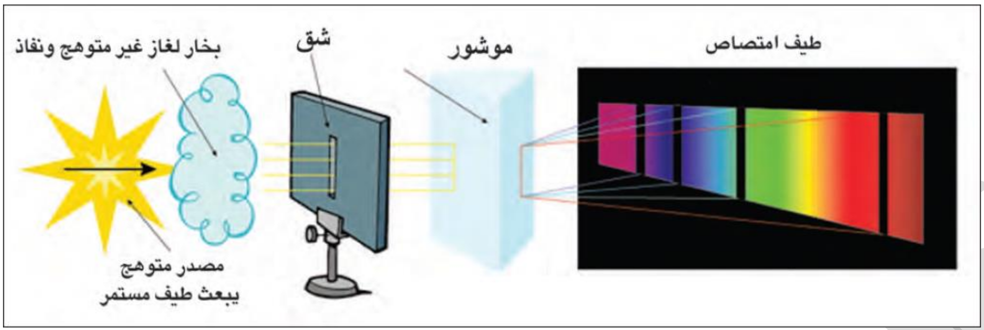
(2) الطيف الخطي: هو طيف يتكون من مجموعة من الخطوط الملونة البراقة على ارضية سوداء وان كل خط منه يمثل طولا موجيا معينا. ويعد هذا الطيف صفة مميزة واساسية للذرات.

الحصول عليه: نحصل عليه من الغازات والابخرة عند الضغط الاعتيادي او الواطئ مثل الطيف الخطي البراق للصوديوم الذي يتكون من خطين اصفرين براقين قريبين جدا من بعضهما يقعان في المنطقة الصفراء من الطيف المرئي وقد يظهر الخطان كخط واحد ان لم تكن القدرة التحليلية للمطياف كبيرة. اما الطيف الخطي للهيدروجين فيتكون من اربعة خطوط براقة بالألوان (احمر، اخضر، نيلي، بنفسجي).



(3) **الطيف الحزمي البراق :** **هو طيف يحتوي حزمة او عددا من الحزم الملونة على ارضية سوداء وتتكون كل حزمة من عدد كبير من الخطوط المتقاربة وهو صفة مميزة للمواد جزيئية التركيب.**

الحصول عليه: يمكن الحصول عليه من مواد متوهجة جزيئية التركيب كغاز ثنائي اوكسيد الكاربون في انبوبة تفريغ تحتوي املاح الباريوم او املاح الكالسيوم والمتوهجة بوساطة قوس كاربوني.



س/ (د1خا 2015)/ كيف يمكن الكشف عن وجود عنصر مجهول في مادة ما او معرفة مكونات سبيكة بالطرائق الطيفية؟

ج/ وذلك من خلال اخذ عينة من تلك المادة وتبخيرها في قوس كاربوني لجعلها متوهجة ثم يسجل طيفها الخطي بوساطة المطياف ويقارن الطيف الحاصل مع الاطياف القياسية الخاصة بطيف كل عنصر.

س/ (د2 2014 ، د3ن 2015)/ مم يتكون كل من الطيف الخطي البراق للصوديوم والطيف الخطي البراق للهيدروجين؟

ج/ الطيف الخطي البراق للصوديوم: يتكون من خطين اصفرين براقين قريبين جدا من بعضهما يقعان في المنطقة الصفراء للطيف المرئي.

اما الطيف الخطي البراق للهيدروجين يتكون من اربعة خطوط براقة بالألوان (احمر، اخضر، نيلي، بنفسجي).

س/ ما المقصود بأطياف الامتصاص؟

ج/ أطياف الامتصاص: هو طيف مستمر تتخلله خطوط او حزم معتمة، فنحصل عليه عندما يمر الضوء المنبعث من مصدر طيفه مستمر خلال بخار غير متوهج (او مادة نفاذة) يمتص من الطيف المستمر الاطوال الموجية التي يبعثها فيما لو كان متوهجا وعندها نحصل على طيف امتصاص.

س/ (د2ت 2013، ت 2014، ت 2015، د1ن 2015)/ ما المقصود بخطوط فرانهوفر ؟ وما سبب ظهورها؟

ج/ خطوط فرانهوفر: هي خطوط سوداء تظهر في الطيف الشمسي المستمر أكتشفها العالم فرانهوفر والذي اكتشف ما يقرب من 600 خط منها. أن سبب ظهور الخطوط السوداء في الشمس يعود الى ان الغازات حول الشمس و في جو الارض الاقل توهجا من غازات باطن الشمس تمتص من الطيف المستمر للشمس الأطوال الموجية التي تبعثها هذه الغازات فيما لو كانت متوهجه وهذا ما يسمى بطيف الامتصاص الخطي للشمس.

هل تعلم

لقد اكتشف عنصر الهليوم من طيف الامتصاص الخطي للشمس قبل اكتشافه على سطح الارض.

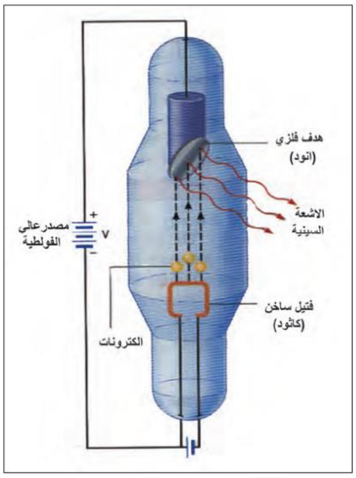
س/ ما هو طيف الشمس؟

ج/ طيف امتصاص خطي.

س/ ما الفائدة العلمية (الغرض) من الخطوط السوداء في طيف الشمس؟

ج/ يتم من خلال هذه الخطوط امكانية معرفة انواع الغازات التي تمتص هذا الضوء.

الاشعة السينية X – Ray



شكل (17) جهاز توليد الاشعة السينية

س/ من هو مكتشف الاشعة السينية؟ وكيف اكتشفها؟

ج/ اكتشفت الاشعة السينية عام 1895 من قبل العالم رونتجن بالصدفة عندما كان يدرس كهربائية الغازات والتوصيل الكهربائي للإلكترونات داخل انابيب مفرغة جزئيا من الهواء.

س/ ما المقصود بالأشعة السينية؟

ج/ الاشعة السينية: هي موجات كهرومغناطيسية غير مرئية اطوالها الموجية قصيرة جدا نحو $(0.1 - 10\ nm)$ لا تتأثر بالمجالات الكهربائية والمغناطيسية لأنها ليست دقائق مشحونة.

س/ كيف يمكن الحصول على الاشعة السينية؟

ج/ يمكن الحصول على الاشعة السينية باستعمال انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوي على قطبين احدهما سالب (كاثود) وهو فتيل تنبعث منه الالكترونات عند تسخينه والاخر قطب موجب (انود) وهو هدف فلزي عادة يميل بزاوية معينة مع اتجاه حركة الالكترونات المعجلة ونتيجة لتصادم هذه الالكترونات بالهدف تتولد حرارة عالية لذا يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها عالية جدا مثل التنكستن والموليبديوم كما يختار الهدف من مادة ذات عدد ذري كبير وذلك لزيادة كفاءة الاشعة السينية وتستعمل وسائل خاصة لتبريد الهدف نتيجة تولد الحرارة العالية.

س/ بماذا يمتاز الانود في جهاز توليد الاشعة السينية؟

ج/ يمتاز بأن:

1. **درجة انصهاره عالية جدا ليتحمل الحرارة الناتجة عن تصادم الالكترون بالهدف الفلزي.**
2. **عدده الذري كبير وذلك لزيادة كفاءة الاشعة السينية لان شدة الاشعة السينية تتناسب طرديا مع العدد الذري لمادة الهدف.**
3. **مائل بزاوية معينة مع اتجاه حركة الالكترونات المعجلة.**

س/ (ت 2015)/ لماذا يصنع الهدف الفلزي في انبوبة الاشعة السينية من التنكستن والمولبدينيوم؟

ج/ وذلك لان هذه المواد 1. درجة انصهارها عالية جدا. 2. عددها الذري كبير لزيادة كفاءة الاشعة السينية.

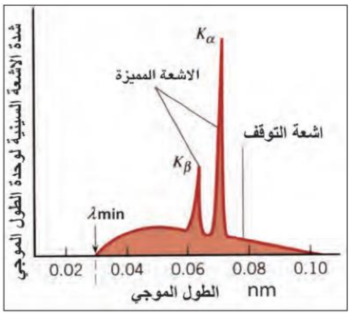
س/ لماذا تعد ظاهرة توليد الاشعة السينية ظاهرة كهروضوئية عكسية؟

ج/ لان الاشعة السينية تتولد نتيجة لتحول طاقة الالكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود والساقطة على الهدف الى فوتونات اشعة سينية.

س/ (د1خا 2013، د2خ 2014)/ علام تعتمد شدة الاشعة السينية ؟

ج/ تعتمد على عدد الفوتونات المنبعثة عند طول موجي معين (شدة الاشعة السينية تتناسب طرديا مع عدد الفوتونات).

انواع طيف الاشعة السينية



س/ ما هي انواع طيف الاشعة السينية ؟ وكيف تتولد؟

ج/ طيف الاشعة السينية يتألف من نوعين،

1. **الاشعة السينية ذات الطيف الخطي الحاد وتسمى احيانا (الأشعة السينية المميزة): ينتج عند سقوط الالكترونات المعجلة على ذرات مادة الهدف فإن هذه الالكترونات تنتزع احد الالكترونات من احد المستويات الداخلية للهدف ويغادر الذرة نهائيا فتحصل حالة التأين، او قد يرتفع الى مدار اكثر طاقة وتحصل حالة التهيج، وفي كلا الحالين تصبح الذرة قلقة (متهيجة) فتحاول العودة الى وضع الاستقرار، وعندما يهبط احد الالكترونات من المستويات العليا (ذو الطاقة العالية) الى مستوى الطاقة الذي انتزع منه الالكترون يبعث طاقة بشكل فوتون للأشعة السينية طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين (E_1, E_2) اي ان :**

$$hf = E_2 - E_1$$

2. **الاشعة السينية ذات الطيف المستمر (اشعة التوقف) : ينتج هذا الطيف عن اصطدام الالكترونات المعجلة مع ذرات مادة الهدف مما يؤدي الى تباطؤ حركتها بمعدل كبير بتأثير المجال الكهربائي لنوى مادة الهدف ونتيجة لهذا التباطؤ فان الالكترونات تفقد جميع طاقتها وتظهر بشكل فوتونات الاشعة السينية بترددات مختلفة.**

انتباه!!

➢ **ان اعظم تردد لفوتون الاشعة السينية أو أقصر طول موجي يتوقف على فرق الجهد (V) المسلط على طرفي انبوب الاشعة السينية والذي يعجل الالكترون فيكسبه طاقة حركية عظمى (KE_{max}) على وفق العلاقة الآتية:**

$$KE_{max} = e\,V \quad \text{Or} \quad KE_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2$$

$$f_{max} = \frac{e\,V}{h}$$

$$\lambda_{min} = \frac{h\,c}{e\,V}$$

$$c = f_{max}\,\lambda_{min}$$

حيث ان:

KE_{max}: **الطاقة الحركية العظمى للالكترون بوحدة (J).**

f_{max}: **لحساب أعظم تردد لفوتون الاشعة السينية.**

λ_{min} : **لحساب أقصر طول موجي لفوتون الاشعة السينية.**

V : **فرق الجهد المسلط بوحدة الفولط (V).**

v_{max}: **سرعة الالكترون بوحدة (m/s).**

m_e: **كتلة الالكترون** $(m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ Kg)$

e : **شحنة الالكترون** $(e = 1.6 \times 10^{-19}\ c)$

س/ علام يعتمد اعظم تردد او اقصر طول موجي لفوتون الاشعة السينية ؟

ج/ يعتمد على فرق الجهد المسلط على طرفي انبوبة الاشعة السينية والذي يعجل الالكترون فيكسبه طاقة حركية.

س/ ما هي اهم تطبيقات الاشعة السينية؟ وكيف تستثمر في كل منها؟

(1) **المجال الطبي : وتستثمر في :**

a. **التصوير الشعاعي: للكشف عن تسوس الاسنان وكسور العظام حيث تعطي صورا واضحة للعظام التي تظهر بشكل فاتح والانسجة تظهر بشكل اغمق.**

b. **تحديد مواقع الاجسام الصلبة مثل الشظايا او الرصاص في الجسم.**

c. **الكشف وعلاج بعض الاورام في الجسم.**

d. **تستثمر لتعقيم المعدات الطبية مثل القفازات الجراحية التي تتلف عند تعرضها لحرارة الشديدة لذا فلا يمكن تعقيمها بالغليان.**

(2) **المجال الصناعي: وتستثمر :**

a. **للكشف عن العيوب والشقوق في القوالب المعدنية والاخشاب المستعملة في صناعة الزوارق.**

b. **الكشف عن العناصر الداخلة في تركيب المواد المختلفة وتحليلها (باستثمار دراسة طيف امتصاص الاشعة السينية).**

c. **دراسة خصائص الجوامد والتركيب البلوري.**

(3) **المجال الامني : وتستثمر:**

a. **لمراقبة حقائب المسافرين في المطارات.**

b. **التعرف على اساليب الرسامين والتمييز بين اللوحات الحقيقية واللوحات المزيفة وذلك لان الألوان المستعملة في اللوحات القديمة تحتوي على كثير من المركبات المعدنية التي تمتص الاشعة السينية وأما الألوان المستعملة في اللوحات الحديثة فهي مركبات عضوية تمتص الاشعة السينية بنسبة اقل.**

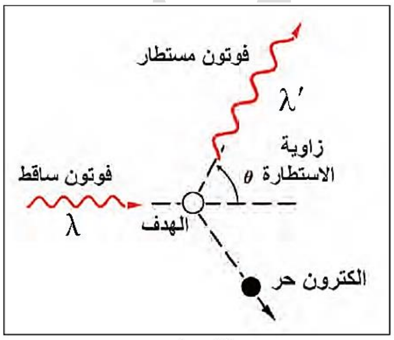
س/ (د1 2015)/ كيف تستثمر الاشعة السينية للتعرف على اساليب الرسامين والتمييز بين اللوحات الحقيقية والمزيفة؟

ج/ أن الالوان المستعملة في اللوحات القديمة تمتص الاشعة السينية لأنها تحتوي على كثير من المركبات المعدنية بينما الالوان المستعملة في اللوحات الحديثة تمتص الاشعة السينية بنسبة اقل لأنها مركبات عضوية.

تأثير كومبتن

س/ (د1خا 2013)/ ما ظاهرة كومبتن؟ ذاكرا النص والصيغة الرياضية التي استندت عليها في أجابتك؟

ج/ عند سقوط حزمة من الاشعة السينية (فوتونات) ذات طول موجي معلوم (λ) على هدف من الكرافيت النقي، فان الاشعة تستطار بزوايا مختلفة، وان الاشعة المستطارة ذات موجي (λ') اطول بقليل من الطول الموجي (λ) لحزمة الاشعة الساقطة وأن التغير في الطول الموجي ($\lambda' - \lambda$) بزيادة زاوية الاستطارة (θ). مع انبعاث الكترون من الجانب الاخر للهدف.



شكل (21) تأثير كومبتن

انتباه!!

- **طبقا لتأثير كومبتن (نص ظاهرة كومبتن) فان: أن مقدار الزيادة في الطول الموجي لفوتونات الاشعة السينية المستطارة بوساطة الالكترونات الحرة لذرة الهدف مقارنة بالطول الموجي للفوتونات الساقطة يعتمد على زاوية الاستطارة (θ) فقط وفق العلاقة الآتية:**

العلاقة بين التغير في الطول الموجي وزاوية الاستطارة

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

حيث ان:

λ': طول موجة الفوتون المستطار.

λ: طول موجة الفوتون الساقط.

h : تمثل ثابت بلانك = ($6.63 \times 10^{-34} J.S$).

m_e: كتلة الالكترون = ($m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ Kg)

c : سرعة الضوء = ($3 \times 10^{8} \frac{m}{s}$).

θ: زاوية استطارة كومبتن.

$\frac{h}{m_e c}$: تمثل طول موجة كومبتن والتي تساوي ($\frac{h}{m_e c} = 0.24 \times 10^{-11} m$)

س/ ما هو تفسير العالم كومبتن لظاهرته؟

ج/فسر العالم كومبتن ذلك بأن الفوتون الساقط على هدف الكرافيت تتصادم مع الكترون حر من الكترونات ذرات مادة الهدف فاقدا مقدارا من طاقته، ويكتسب هذا الالكترون مقدارا من الطاقة بشكل طاقة حركية تمكنه من الافلات من مادة الهدف (أي ان الفوتون يسلك سلوك الجسيمات). وافترض كومبتن ان التصادم بين الفوتون والكترون هو من النوع المرن ويخضع لقانوني حفظ الطاقة والزخم.

س/ د3 2015/ علام يعتمد مقدار الزيادة في الطول الموجي ($\lambda' - \lambda$) لفوتونات الاشعة السينية المستطارة بواسطة الالكترونات الحرة؟

س/ علام يعتمد التغير في طول موجة الفوتون المستطار في تأثير كومبتن؟

ج/ على زاوية الاستطارة فقط (θ).

س/ ما سبب عجز النظرية الكهرومغناطيسية عن تفسير تأثير كومبتن؟

ج/ لان تأثير كومبتن هو احد الادلة المهمة التي تؤكد على السلوك الدقائقي للأشعة الكهرومغناطيسية بينما النظرية الكهرومغناطيسية اعتمدت على السلوك الموجي.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الليزر والميزر

س/ (د1خا 2015) ماذا تعني كلمة ليزر Laser؟

ج/ جاءت كلمة ليزر Laser من الاحرف الاولى لفكرة عمل الليزر والمتمثلة في العبارة الاتية :

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

تعني تضخيم الضوء بالانبعاث المحفز للإشعاع.

س/ ماذا تعني كلمة ميزر Maser؟

ج/ جاءت كلمة ميزر Maser من الاحرف الاولى لفكرة عمل الميزر والمتمثلة في العبارة الاتية :

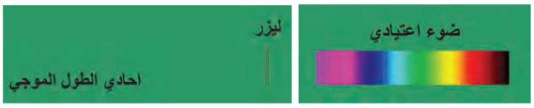
Amplification by Stimulated Emission of Microwave Radiation

وتعني تضخيم الموجات الدقيقة بوساطة الانبعاث المحفز للإشعاع.

س/ من هو العالم الذي وضع الاساس النظري لعملية الانبعاث المحفز ؟ ومن هو العالم الذي صمم اول جهاز ليزر ؟

ج/ - وضع العالم اينشتاين الاساس النظري لعملية الانبعاث المحفز (1917).
- وصمم العالم ميمان (1960) اول جهاز ليزر باستعمال بلورة الياقوت ويعرف بليزر الياقوت .

س/ ت 2013 ، د1خا 2015 ، ت 2016/ما هي خصائص شعاع الليزر ؟



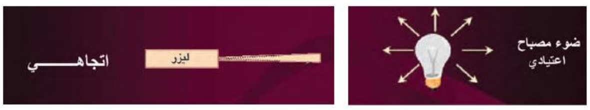
ج/ يمتاز شعاع الليزر بالميزات الاساسية الاتية:

1. **أحادي الطول الموجي (أحادي اللون):** أي ان له طولا موجيا واحدا فشعاع الليزر يتميز بالنقاء الطيفي بدرجة تفوق أي مصدر اخر. فأشعة الضوء المنبعثة من المصادر الضوئية العادية تحوي مدى واسعا من الاطوال الموجية.

2. **التشاكه:** موجات حزمة اشعة الليزر تكون كلها في الطور نفسه والاتجاه والطاقة وبهذا ممكن ان تتداخل موجتان فيما بينهما تداخلا بناءا.



3. **الاتجاهية:** تبقى موجات حزمة الليزر متوازية مع بعضها لمسافات بعيدة بأنفراجية قليلة وهذا يعني ان حزمة الليزر تحتفظ بشدتها نسبيا في حين تنتشر موجات الضوء الاعتيادي بشكل عشوائي بالاتجاهات كافة.



❖ إذا ارسلت حزمة من اشعة الليزر الى القمر، على بعد 384000 Km عن سطح الأرض تقريبا، وكانت بالشدة الضوئية الكافية، فأنها تفرش على سطح القمر بقعة مضاءة لا يزيد قطرها على 1 Km ، في حين انه إذا أرسل الضوء الاعتيادي ووصل، فرضا، إلى سطح القمر، فان قطر البقعة المضاءة يصل الى 4376 Km تقريبا.

4. **السطوع :** ان طاقة موجات اشعة الليزر تتركز في مساحة صغيرة وذلك لقلة انفراجيتها مما يجعل شعاع الليزر ذا شدة سطوع عالية جدا.

❖ يمكن ان يكون شعاع الليزر اسطع من اشعة الشمس بمليون مرة. فعلى سبيل المثال ان شدة الاشعة المنبعثة من مصباح التنكستن الاعتيادي ذو القدرة 100watt تبلغ حوالي $2000\ \frac{\text{watt}}{\text{cm}^2}$ في حين تصل شدة اشعة الليزر بالقدرة نفسها حوالي $2 \times 10^9\ \frac{\text{watt}}{\text{cm}^2}$ اي اعلى بمقدار مليون مرة من شدة الاشعة الصادرة عن مصباح التنكستن الاعتيادي.

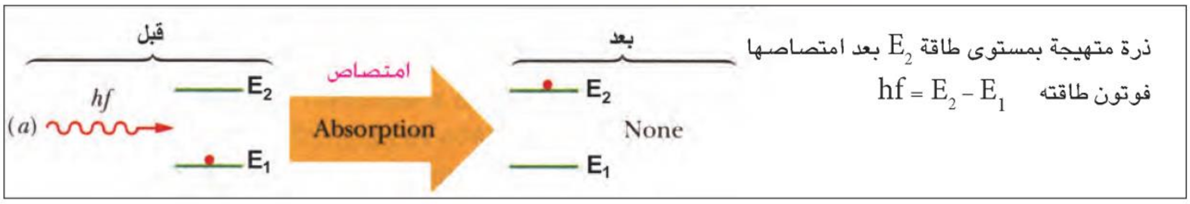
الية عمل الليزر

س/ ماهي الانتقالات الالكترونية التي تعمل على توليد الليزر وتحت أية ظروف ؟

س/(د2ت 2013، د2خ 2014) (ما اسس عمل الليزر؟)(ما شروط توليد الليزر؟)

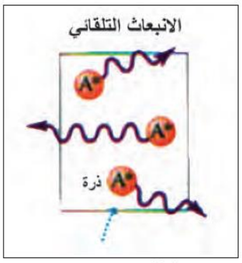
1. **الامتصاص المحتث: هو انتقال الذرة من مستوي طاقة واطئ (E_1) الى مستوي طاقة اعلى متهيج (E_2) وذلك بامتصاص فوتون ذا تردد مناسب طاقته تساوي فرق الطاقة بين هذين المستويين. أي أن.**

$$(E_2 - E_1 = hf)$$



شكل (27-a) الامتصاص المحتث

2. **الانبعاث التلقائي: وهو انتقال الذرة من مستوي الطاقة الاعلى (مستوي التهيج E_2) تلقائيا الى المستوي الارضي بعد مدة زمنية قصيرة (العمر الزمني لمستوي التهيج) لان الذرة تميل دائما الى حالة الاستقرار ويكون هذا الانتقال مصحوبا بانبعاث فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين $(E_2 - E_1 = hf)$ وتكون الفوتونات المنبعثة تلقائيا مختلفة من حيث الطور والاتجاه (غير متشاكهة).**

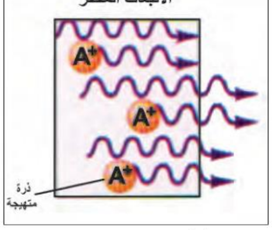


شكل (28) فوتونات منبعثة تلقائياً مختلفة من حيث الطور والاتجاه

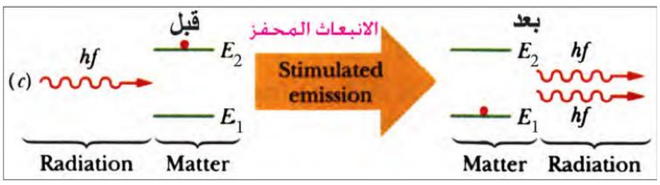


شكل (27-b) الانبعاث التلقائي

3. **الانبعاث المحفز: عندما يؤثر فوتون في ذرة متهيجة وهي في مستوى الطاقة (E_2) طاقته مساوية تماما الى فرق الطاقة بين المستوى (E_2) والمستوى الطاقة الأوطأ (E_1) فإنه يحفز الالكترون غير المستقر على النزول الى المستوى (E_1) وانبعاث فوتون مماثل للفوتون المحفز بالطاقة والتردد والطور والاتجاه اي الحصول على فوتونين متشاكهين.**

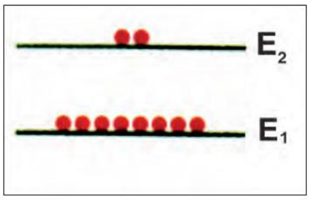


شكل (29) نحصل على فوتونين متشاكهين في الانبعاث المحفز



شكل (27-c) الانبعاث المحفز

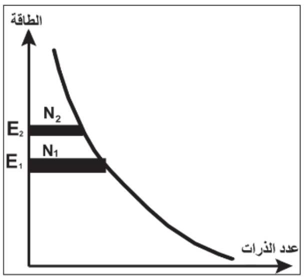
أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728



توزيع بولتزمان والتوزيع المعكوس

س/ (د2 2013) / ما المقصود بتوزيع بولتزمان؟ ذاكرا العلاقة الرياضية.

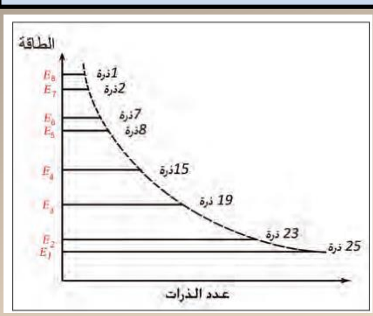
ج/ توزيع بولتزمان: اي نظام يتكون من (جزيئات، ذرات او ايونات) في حال اتزان حراري تكون معظم الذرات في المستويات الواطئة للطاقة ونسبة قليلة من الذرات تكون متهيجة في المستويات العليا للطاقة.



اي إن ((أي نظام يتألف من ذرات او جزيئات وهو في حالة اتزان حراري يكون عدد الذرات او الجزيئات في المستوي الارضي E_1 اكبر من عدد الذرات او الجزئيات في مستوى الطاقة الاعلى وهو مستوى التهيج E_2)) أي أن $(N_1 > N_2)$

اما العلاقة الرياضية التي توضح توزيع الذرات او الجزيئات في مستويات الطاقة تسمى بقانون بولتزمان:

$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right]$$



حيث ان:

k = ثابت بولتزمان

T = درجة الحرارة بالكلفن

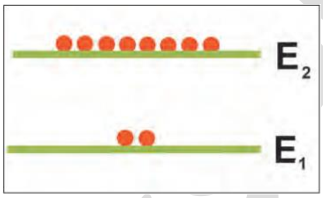
N_2 = عدد الذرات في المستوى الاعلى للطاقة

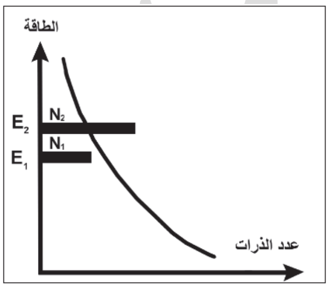
N_1 = عدد الذرات في المستوى الارضي للطاقة

E_2 = مستوى عالي الطاقة

E_1 = اوطأ مستوى للطاقة

س/ (د2 2014)/ ما المقصود بالتوزيع المعكوس؟ ((د1 2014، د3 2015)/ وضح كيف يمكن الحصول على التوزيع المعكوس؟)





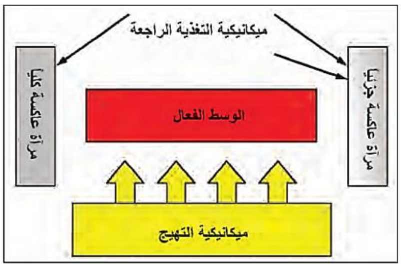
ج/ التوزيع المعكوس: اذا كان النظام الذري غير متزن حراريا فإن عدد الذرات في المستويات العليا للطاقة اكثر مما عليه في المستويات الواطئة للطاقة، وهذا يخالف توزيع بولتزمان، اي ان توزيع الذرات في هذه الحال يكون بشكل معكوس لذا تسمى هذه العملية بالتوزيع المعكوس، وهو اساس توليد الليزر لأنه يزيد من احتمالية الانبعاث المحفز وتحصل عملية التوزيع المعكوس عندما يكون هناك شدة ضخ كافية ويتحقق ذلك بوجود مستوى طاقة ذي عمر زمني اطول نسبيا ويسمى هذا المستوى بالمستوى شبه المستقر.

س/ ما المقصود بالمستوي الشبه مستقر؟

ج/ المستوي الشبه مستقر: هو مستوى طاقة ذي عمر زمني اطول والذي تبقى فيه الذرات متهيجة لفترة زمنية أطول قبل عودتها الى مستوى الاستقرار (المستوى الارضي).

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

المكونات الرئيسية لجهاز الليزر

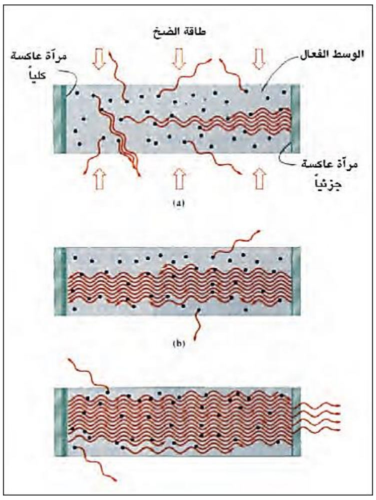


شكل (35) مخطط لمكونات جهاز الليزر

س/ (د2 2013، د1 2015) / **ما اهم المكونات الرئيسية التي يشترط وجودها في اجهزة الليزر؟**

1. **الوسط الفعال**
2. **المرنان**
3. **تقنية الضخ.**

(د3 2014) **الوسط الفعال: هو ذرات او جزيئات او ايونات المادة بحالتها الغازية او السائلة او الصلبة والتي يمكن ان يحصل فيها التوزيع المعكوس عندما يجهز الوسط الفعال بالشدة الكافية لتهيجه.**



المرنان: هو تجويف ذو تصميم مناسب يتكون من مرآتين متقابلتين توضع المادة الفعالة بينهما احداهما عاكسة كليا للضوء والثانية عاكسة جزئيا (تعتمد قيمة انعكاسيتها على الطول الموجي لضوء الليزر المتولد) لذا فان الشعاع الساقط على احداهما ينعكس للمحور الاساس للمرآتين ثم يسقط على المراة الاخرى وينعكس عنها وهكذا تتعاقب انعكاسات الاشعة داخل المرنان وفي كل انعكاس تحصل عملية الانبعاث المحفز وبذلك يزداد عدد الفوتونات المتولدة بالانبعاث المحفز بعدد هائل فيحصل التضخيم. وتسمح المرآة ذات الانعكاس الجزئي بنفوذية معينة من الضوء الساقط عليها خارج المرنان اما بقية الضوء فتعكسه مرة اخرى داخل المرنان لأدامة عملية التضخيم.

س/ (ت 2015)/ **ما الفائدة العملية من وجود المرآتين داخل المرنان؟**

ج/ أدامة عملية التضخيم.

تقنية الضخ: هي التقنية التي يمكن بوساطتها تجهيز الطاقة لذرات الوسط الفعال لنقلها من مستوي الاستقرار الى مستوي التهيج لكي يتحقق التوزيع المعكوس المناسبة لتوليد الليزر.

س/ ماهي انواع تقنية الضخ؟

ج/ 1.تقنية الضخ الضوئي. 2. تقنية الضخ الكهربائي. 3. تقنية الضخ الكيميائي.

1. **تقنية الضخ الضوئي: يستعمل الضخ الضوئي للحصول على ليزرات تعمل ضمن المنطقة المرئية او تحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرومغناطيسي كليزر الياقوت وليزر النيديميوم اذ تستعمل مصابيح وميضية او مستمرة الاضاءة شدة استضائتها عالية لأثاره الوسط الفعال، تصنع جدران المصابيح الوميضية من مادة الكوارتز وتملأ بغازات مختلفة تبعا لنوع الوسط الفعال وتكون بأشكال مختلفة حلزونية او مستقيمة. كما توجد تقنية اخرى للضخ الضوئي تستعمل فيها شعاع ليزر معين ليقوم هذا الشعاع بأثارة الوسط الفعال لتحقيق التوزيع المعكوس والحصول على ليزر ذي طول موجي موجي يختلف عن الطول الموجي لشعاع الليزر الضاخ.**

2. **تقنية الضخ الكهربائي**: تستعمل هذه التقنية عن طريق التفريغ الكهربائي للغاز الموضوع داخل انبوبة التفريغ الكهربائي اذ يطبق بين قطبيها فرق جهد عال حيث تصطدم الالكترونات المعجلة مع ذرات او جزيئات الغاز فتسبب تهيجها وانتقالها الى مستويات طاقة اعلى تستعمل هذه الطريقة غالبا في الليزرات الغازية مما يمكن استعمال تقنية الضخ الكهربائي في انتاج ليزر شبه الموصل.

3. **تقنية الضخ الكيميائي**: في هذه التقنية يكون التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال اساس توفير الطاقة اللازمة لتوليد الليزر اذ لا تحتاج الى وجود مصدر خارجي للقدرة.

س/ علام تعتمد قيمة الضوء المنعكس عن المراة ذات الانعكاس الجزئي في المرنان؟

ج/ تعتمد على الطول الموجي لضوء الليزر المتولد.

س/ ما الفائدة العملية من المراة ذات الانعكاس الجزئي في المرنان؟

ج/ 1. تسمح بنفاذ نسبة معينة من الضوء الساقط عليها خارج المرنان (وهي اشعة الليزر).

2. تعكس بقية الضوء الساقط عليها مرة اخرى الى داخل المرنان لأجل ادامة عملية التضخيم.

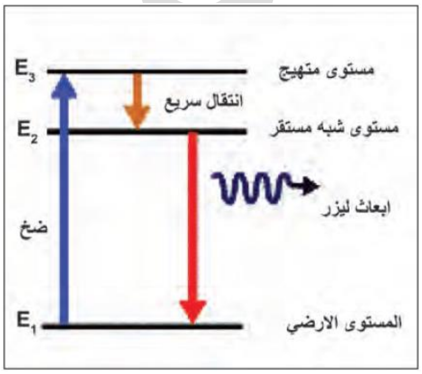
س/ ما الغرض (الفائدة العملية) من تقنية الضخ في الليزرات؟

ج/ لغرض تحقيق حالة التوزيع المعكوس للوسط الفعال لليزر.

منظومات مستويات الليزر

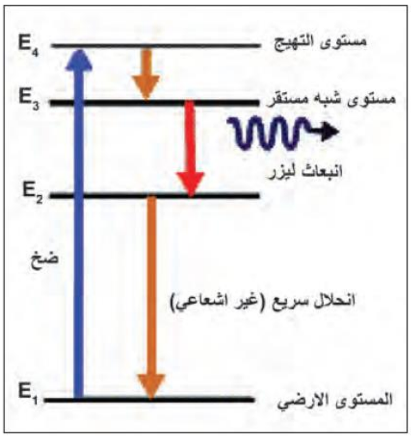
س/ ماهي اصناف منظومات الليزر تبعا لمستويات الطاقة التي تشترك لإتمام عملية التوزيع المعكوس للوسط الفعال ؟

1. **المنظومة ثلاثية المستوى** : تشترك في هذه المنظومة ثلاثة مستويات للطاقة، وهي المستوى الارضي للطاقة (E_1) ومستوى الطاقة الوسطي (E_2) (وهو المستوى شبه مستقر) ومستوى طاقة التهيج (E_3).
عندما تكون معظم الذرات او الجزيئات موجودة في المستوى الارضي للطاقة (E_1)، يعني ذلك ان الوسط الفعال في حالة استقرار، اما عند تهيج الوسط الفعال بوساطة احدى طرائق الضخ المناسبة، فان هذه الذرات او الجزيئات سوف تنتقل الى مستوى التهيج (E_3)، والذي يكون زمن العمر له قصير بحدود $(10^{-8}s)$ ولضمان توليد الليزر ينبغي ان تكون طاقة الضخ كافية لتحقيق التوزيع المعكوس.



وسرعان ما تهبط هذه الذرات تلقائيا وبشكل سريع من المستوى (E_3) الى المستوى شبه المستقر (E_2) بأنبعاث حراري، والذي زمن العمر له اطول وبحدود (10^{-6}) مما يؤدي الى تجمع عدد من الذرات في المستوى (E_2) اكبر مما هو عليه في المستوى الارضي (E_1) فيتحقق عندئذ التوزيع المعكوس بين هذين المستويين فيحدث الانبعاث المحفز لأشعة الليزر. ان هذه الانظمة تتطلب طاقة ضخ عالية ليصبح عدد الذرات في مستوى التهيج اكبر من عدد الذرات في المستوى الارضي للحصول على التوزيع المعكوس.

2. **المنظومة رباعية المستوى : تشترك في هذه المنظومة اربعة مستويات للطاقة (E_4, E_3, E_2, E_1)، وفي هذه العملية يقوم ضخ ذرات المنظومة من المستوى الارضي للطاقة (E_1) الى مستوى التهيج للطاقة (E_4)، عندها تهبط الذرات سريعا الى مستوى الطاقة (E_3) وبذلك تتجمع الذرات في المستوى (E_3) وهو مستوى الطاقة شبه المستقر في هذه المنظومة). عندها يتحقق التوزيع المعكوس بين المستويين (E_3) و (E_2) بأقل عدد من الذرات في المستوى (E_3) اذ يكون المستوى (E_2) شبه فارغ من الذرات بسبب الهبوط السريع للذرات ومن هذا يتبين ان هذه المنظومة تتطلب طاقة ضخ اقل لتحقيق عملية التوزيع المعكوس مقارنة مع منظومة ثلاثية المستويات.**



شكل (39) منظومة ليزر رباعية المستوى

س/ ايهما افضل لتوليد الليزر منظومة المستويات الثلاثة ام منظومة المستويات الاربعة ولماذا؟

ج/ منظومة المستويات الاربعة افضل من منظومة المستويات الثلاثة لتوليد الليزر. لان التوزيع المعكوس في منظومة المستويات الاربعة اسهل مما هو عليه في منظومة المستويات الثلاثة.

أنواع الليزرات

يأتي الليزر بأنواع مختلفة تبعا لنوع مادة الوسط الفعال المستعمل فيها فمثلا ليزر الهيليوم نيون يعني ان الوسط الفعال هو خليط من الهيليوم والنيون وليزر الياقوت يعني ان المادة المنتجة لليزر هي الياقوت وهكذا لباقي الأنواع الأخرى.

س/ ماهي انواع الليزر تبعا لنوع مادة الوسط الفعال ؟

(1) **ليزر الحالة الصلبة: مثل ليزر الياقوت وليزر النيدميوم.**

(2) **ليزر الحالة الغازية: مثل ليزر الهيليوم -نيون وليزر غاز ثنائي اوكسيد الكربون.**

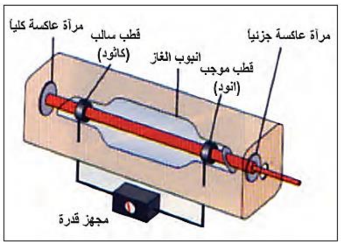
(3) **ليزر الإكسايمر: (تعد ليزرات الاكسايمر صنفا مفيدا ومهما من الليزرات الجزيئية التي تستثمر الانتقالات الحاصلة بين حالتين الكترونيتين مختلفتين، وتطلق على انواع الليزرات التي تستعمل الغازات النبيلة مثل غاز الزينون والكربتون او الاركون او الفلور مع ذرة هالوجين لتكوين هاليد الغاز مثل $(ArF , KrF , XeCl)$ تنتج هذه الغازات اشعة ليزر ذات اطوال موجية في مدى الأشعة فوق البنفسجية.**

(4) **ليزر الصبغة: وهي الليزرات التي تكون فيها المادة الفعالة بحالة سائلة من محاليل مركبات معينة لصبغة عضوية مثل الرودامين مذابة في سوائل مثل كحول مثيلي او كحول اثيلي، تنتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر عنه.**

(5) **ليزر اشباه الموصلات: مثل ليزر زرنيخيد الكاليوم.**

(6) **الليزر الكيميائي: هو الليزر الذي يحدث فيه التوزيع المعكوس بالتفاعل الكيميائي مباشرة مثل ليزر فلوريد الديتيريوم.**

الليزرات الغازية



شكل (41) مكونات الليزر الغازي

س/ لماذا تعد الليزرات الغازية من اشهر الليزرات المستعملة في مجال الصناعة؟

ج/ لأن بعض هذه الليزرات تكون:

1. **ذات قدرة واطئة** $(0.5-50)mW$ **مثل ليزر الهيليوم-نيون** $(He-Ne\ Laser)$
2. **ذات قدرة عالية جدا** $(1mW-60kW)$ **، مثل ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون.**

س/ ما هو مدى الاطوال الموجية لليزرات الغازية؟

ج/ يتراوح مدى الاطوال الموجية بين الاشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي والاشعة تحت الحمراء.

س/ ماهي طريقة الضخ الخارجية الى الوسط الفعال في الليزرات الغازية؟ اشرح ذلك.

ج/ الضخ الكهربائي: حيث يتم تعجيل الالكترونات الحرة بين قطبين كهربائيين واثناء حركتها السريعة جدا تصطدم الالكترونات بالغازات الموجودة في المكان نفسه فيتم اثارتها الى المستوى الاعلى للطاقة.

س/ ماهي المكونات الرئيسية في الليزرات الغازية ؟

1. **انبوبة التفريغ: تحتوي على الوسط الغازي الفعال.**
2. **مجهز القدرة: يساعد على تهييج الوسط الفعال عبر قطبين كهربائيين.**
3. **المرنان: يساعد على زيادة التوزيع العكسي في الوسط الفعال بواسطة التغذية الراجعة.**

س/ ماهي اصناف الليزرات الغازية حسب حالة الوسط الفعال؟

1. **الليزرات الذرية: مثل ليزر الهليوم - نيون** $(He-Ne\ Laser)$ **وليزر** $(He-Cd\ Laser)$
2. **الليزرات الايونية: مثل ليزر ايونات الاركون** (Ar^+) **وليزر ايونات الكربتون** (Kr^+)
3. **الليزرات الجزيئية: مثل ليزر ثنائي اوكسيد الكربون.**

ليزر الهليوم - نيون $(He-Ne\ Laser)$

أكتشف عام 1960

س/ لأي صنف ينتمي ليزر الهليوم - نيون $(He-Ne\ Laser)$ **حسب حالة الوسط الفعال؟**

ج/ ليزر الهليوم - نيون هو الليزرات الذرية

س/ (د2 2014)/ ممن يتكون الوسط الفعال في ليزر الهليوم - نيون $(He-Ne\ Laser)$ **؟**

ج/ يتكون الوسط الفعال لهذا الليزر من خليط غازي من غازي النيون والهيليوم موضوعين في انبوبة زجاجية بنسب معينة وتحت ضغط $(8-12)Torr$ **، إذ تعد ذرات النيون مسؤولة مباشرة عن توليد الليزر، في حين ان ذرات الهليوم لها دور مساعد ومهم في ميكانيكية تهيج ذرات النيون،**

س/ (د2 2014)/ **ماهي طريقة الضخ في ليزر الهليوم - نيون** (He – Ne Laser)**؟**

ج/ يتم عادة ضخ الوسط الفعال الغازي بواسطة التفريغ الكهربائي، بتسليط فولطية عالية تتراوح من $(2-4)Kv$ **على طرفي الانبوبة الزجاجية.**

س/ ماهي ألية عمل ليزر الهليوم - نيون (He – Ne Laser)**؟**

ج/ عند حدوث التفريغ الكهربائي بتسليط فولطية عالية على طرفي الانبوبة الزجاجية التي تحتوي على الوسط الفعال، تقوم ذرات الهليوم بامتصاص الطاقة الناتجة من تصادمها مع الالكترونات المتسارعة وتنتقل ذرات الهليوم من مستوى الاستقرار الى مستويات متهيجة شبه مستقرة كما في المعادلة:

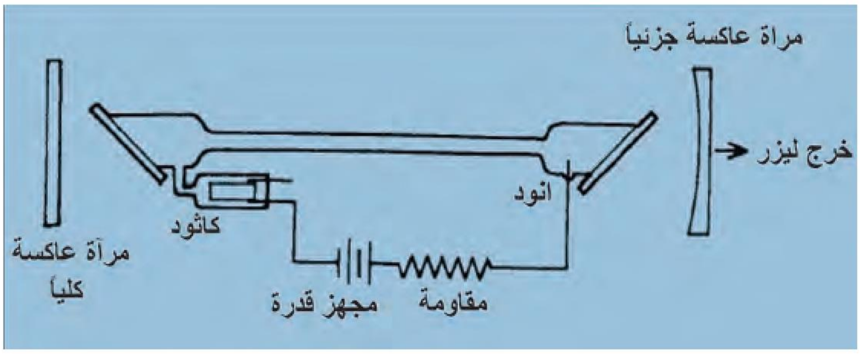
$$e_1 + He \rightarrow He^* + e_2$$

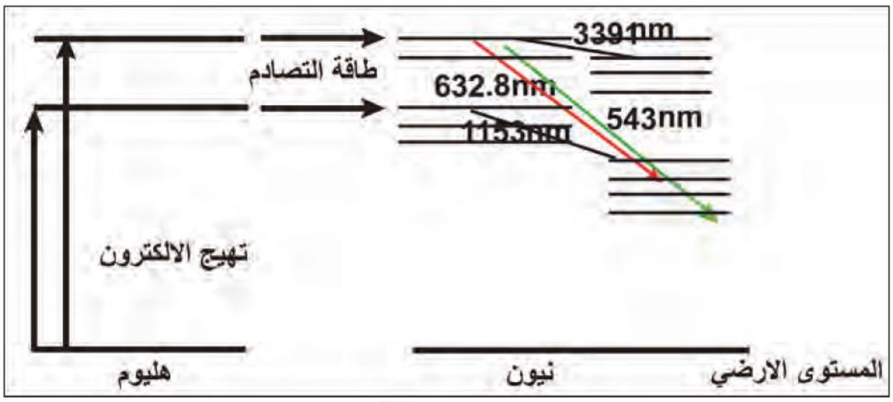
e_1**: الالكترون المتسارع قبل التصادم.** e_2**: الالكترون بعد التصادم.** He^***: ذرة الهليوم المتهيجة.**

ان المستويات المتهيجة شبه المستقرة لذرات الهليوم تقارب من مستويات التهيج لذرات النيون، والذي يؤدي الى حدوث التصادم بينهما مما يؤدي الى تهيج ذرات النيون وانتقالها الى مستويات متهيجة كما في المعادلة:

$$He^* + Ne \rightarrow Ne^* + He$$

وبذلك يحدث التوزيع العكسي لذرات النيون عندئذ يحصل الانبعاث المحفز لتنتقل الذرة الى مستوى شبه مستقر وبذلك يتم الحصول على أربع خطوط ليزرية (632.8nm) ، (339 , 543 , 1153)nm





شكل (44) للاطلاع

ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون

أكتشف عام 1964

س/ ماهي مميزات ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون؟ (د1خا 2013 بماذا يمتاز ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون ؟وماهي طريقة الضخ المناسبة؟)

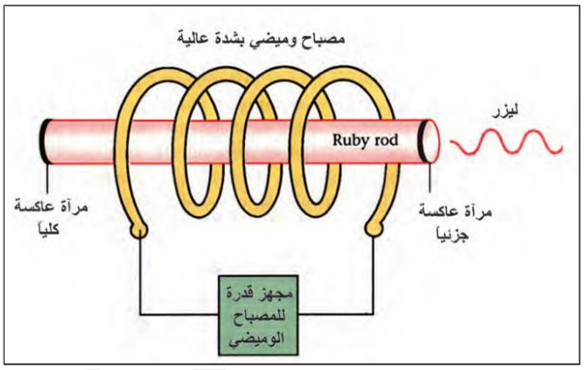
1. يعد من اكفأ الليزرات الغازية اذ تصل كفاءته الى حدود 30% .
2. يتميز بكبر القدرة الخارجة.
3. هو من الليزرات الجزيئية.
4. يتكون الوسط الفعال لهذا الليزر من خليط من غاز ثنائي اوكسيد الكربون وغاز النتروجين وغاز الهليوم بنسب معينة.
5. يضخ هذا الليزر بوساطة تقنية التفريغ الكهربائي.
6. يبعث خطين ليزرين بطول موجي 0.6μm , 9.6μm .

ليزر الياقوت

صنع عام 1960

س/ ماهي مميزات ليزر الياقوت؟ (د2 2015 ليزر الياقوت، ما لوسط الفعال له؟ وماطريقة الضخ المناسبة له؟ وباي نظام مستويات يعمل؟)

1. يعد ليزر الياقوت الاحمر اول ليزر في العالم صنع عام 1960.
2. يتكون الوسط الفعال له من بلورة اسطوانية صلدة من الياقوت. تتكون من اوكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) المطعم بأيونات الكروم Cr^3 بنسبة 5% من الوزن الكلي بتركيز ايونات فعالة حوالي $(10^{22}/ m^3)$.
3. تعمل بنظام المستويات الثلاثية
4. يتم الضخ فيها بوساطة المصباح الوميضي.



س/ (د1خا 2013)/ ما الوسط الفعال لكل من ؟ ليزر الياقوت، ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون.

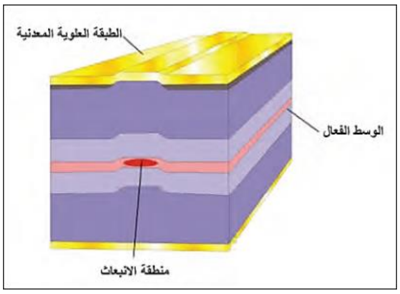
ج/ 1. الوسط الفعال لـ ليزر الياقوت: يتكون من بلورة اسطوانية صلدة من الياقوت. تتكون من اوكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) المطعم بأيونات الكروم Cr^3 بنسبة 5% من الوزن الكلي بتركيز ايونات فعالة حوالي $(10^{22}/ m^3)$.

2. الوسط الفعال لـ ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون: يتكون من خليط من غاز ثنائي اوكسيد الكربون وغاز النتروجين وغاز الهليوم بنسب معينة.

ليزر النيديميوم ياك

س/ ماهي مميزات النيديميوم ياك ؟

1. **يتكون الوسط الفعال لهذا الليزر من مادة اوكسيد اليتريوم المنيوم** ($Y_3Al_5O_{12}$) **المطعمة بأيونات النيديميوم** (Nd^{+3}) **بنسبة تطعيم لا تتجاوز** 1.5% .
2. **يعمل بنظام المستويات الرباعية داخل البلورة.**
3. **يمكن الحصول على ثلاثة خطوط ليزرية مختلفة** (1359nm , 1060nm , 914.2nm).



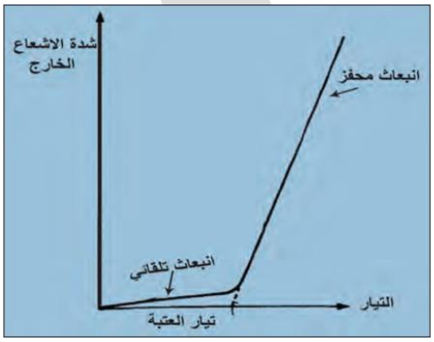
ليزرات اشباه الموصلات

س/ ماهي مميزات ليزرات اشباه الموصلات ؟

1. **يتكون الوسط الفعال لهذه الليزرات من مواد شبه موصلة مانحة وقابلة.**
2. **تمثل حزمة التوصيل مستوى الليزر العلوي وحزمة التكافؤ مستوى الليزر السفلي.**
3. **يتم الضخ من خلال التيار الكهربائي اذ يحرك الالكترونات والفجوات ما بين حزمتي التكافؤ والتوصيل.**
4. **تسلط فولطية مناسبة بانحياز امامي على المادة الفعالة لشبه الموصل** $(p-n)$ **المستعملة لإنتاج الليزر.**
5. **تعد مادة كاليوم أرسنايد** (GaAs) **من المواد شبه الموصلة التي تستعمل كقاعدة لتصنيع ليزرات اشباه الموصلات.**
6. **هذا النوع من الليزرات يبعث في المنطقة تحت الحمراء القريبة حول الطول الموجي** (850μm).

س/ ماهي ألية عمل ليزرات اشباه الموصلات؟

1. **عند تسليط فولطية مناسبة بانحياز امامي على المادة الفعالة لشبه الموصل** $(p-n)$ **يزداد مقدار التيار المنساب فيه ابتداءا من الصفر بصورة تدريجية.**
2. **يحصل انبعاث تلقائي في البداية فيكون الاشعاع المنبعث في البداية ذا طيف عريض.**
3. **يتناقص عرض الطيف الليزري بشكل ملحوظ مع زيادة التيار المنساب خلاله نتيجة لحصول الفعل الليزري (عندما يجتاز حد تيار العتبة).**
4. **عند تيار العتبة يصبح الخط الطيفي رفيعا.**
5. **تبدأ اشعة الليزر بالانبعاث عند قيمة اكبر بقليل من تيار العتبة.**



س/ (د3 2014)/ ما طريقة الضخ المناسبة للوسط الفعال في ليزرات اشباه الموصلات؟

ج/ يتم الضخ من خلال التيار الكهربائي اذ يحرك الالكترونات والفجوات ما بين حزمتي التكافؤ والتوصيل.

بعض تطبيقات الليزر

1. **التطبيقات الصناعية:**
   a. **يعد الليزر اداة فعالة لصناعة وتهذيب الكثير من المكونات الالكترونية كالمقاومات والمتسعات والترانزستورات.**
   b. **عمل اقنعة الدوائر المتكاملة وفي تثقيب المعادن وقطعها ولحامها.**
   c. **تعود اهمية استعمال الليزر في الالكترونيات الدقيقة الى امكانية حصر الحرارة في بقع صغيرة للغاية وتتم هذه المعالجات بدون لمس المكونات وبدون التأثير في الاجزاء المجاورة لها.**
   d. **لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي ذات درجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع بسبب إطلاقها لحزمة كثيفة وضيقة مركزة،**
   e. **تستطيع اشعة الليزر فتح ثقب قطره** $(5\mu m)$ **خلال** $(200\mu s)$ **في اشد المواد صلابة (الماس والياقوت الأحمر التيتانيوم) وبفضل قصر مدة التأثير لا يحدث اي تغير في طبيعة المادة.**
2. **التطبيقات الطبية:**
   a. **يستعمل الليزر في الجراحة، التجميل، ومعالجة امراض العيون.**
   b. **الاستئصال والتصوير الاحيائي. وطب جراحة الفم والاسنان.**
   c. **يستعمل الليزر مشرطا جراحيا لأجراء العمليات الجراحية**
   d. **يعد ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون من اشهر الليزرات المستعملة في الجراحة العامة ويمتاز بإمكانية عالية لتبخير الانسجة الحية وقطعها،**
   e. **لكون شعاع الليزر غير مرئي اذ يستعمل معه حزمة الهيليوم نيون الاحمر للاستدلال على موقع واتجاه الحزمة في اثناء اجراء العملية الجراحية.**

3. **يستعمل الليزر مصدرا طيفيا عالي النقاوة لدراسة طيف امتصاص المواد.**
4. **تستثمر خاصية اتجاهية شعاع الليزر وانتقاله بخطوط مستقيمة الى مسافات بعيدة في تطبيقات عديدة:**
   a. **في عمليات المسح والترصيف للأعمال الهندسة كتشييد العمارات والمباني والانشاءات الميكانيكية.**
   b. **يستعمل لإيجاد الانحرافات التي تحل في سطوح السدود والجسور.**
   c. **في عمليات رصف الانابيب وشق القنوات والانفاق والطرق ومسح الاراضي وتسويتها.**
5. **تستعمل ليزرات عديدة لقياس تلوث البيئة: كأستعمال ليزر الياقوت لكشف نسبة وجود بخار الماء وثنائي اوكسيد الكاربون وثنائي اوكسيد الفسفور وقياسها.**
6. **يستعمل الليزر للتصوير المجسم (صور ثلاثية الابعاد)**

س/ما هو التصوير المجسم؟

ج/ التصوير المجسم يعد من افضل تقنيات فن التصوير الذي بواسطته يمكن الحصول على صور مجسمة واقرب ما تكون الى الحقيقة وذات ثلاثة ابعاد طول وعرض وارتفاع اذ تسجل سعة الموجات الضوئية المنعكسة من الجسم وطورها ليظهر بثلاثة ابعاد على شبكية العين بينما في التصوير الاعتيادي تسجل شدة الاشعة فقط.

7. **الليزر بقدرته الهائلة والسيطرة على اختيار تردده او طوله الموجي يعطي فتحا جديدا في مجال العلوم النووية لفصل النظائر المشعة، وكذلك في مجال التفاعلات الاندماجية النووية.**
8. **يستطيع الليزر التعرف على الرموز المختلفة سواء كانت كتابات معينة او رموزا تجارية او مصطلحات مخفية، إذ إن شعاعه الدقيق يمكن ان يتحرك حول الرموز، ويمكن كشف الحزم المنعكسة منها او النافذة بأجهزة خاصة تعطي صورة دقيقة عن ماهية هذه المعلومات، واذا ربطت هذه الأجهزة بالكمبيوتر استطاع آليا برمجة عمله لإعطاء الكشف الواضح او نسخ ونقل المعلومات.**
9. **تستعمل الة النقش بالليزر الثلاثية الأبعاد في النقش والنحت وصناعة الهدايا التذكارية كالنحت على الزجاج و الكريستال، الجوائز، الميداليات ، هدايا تذكارية (هدايا عيد الميلاد، هدايا التخرج، وصور الرحلات)، معلقات الكريستال، القلادات، صور الأعراس، اثار الأقدام و اليدين للمواليد الجدد ...الخ.**

10. **التطبيقات التجارية: يستعمل الليزر في الاعلانات الضوئية، الطابعات الليزرية، وقارئات الاقراص الليزرية.**
11. **في الاتصالات الليزرية: يستعمل الليزر بشكل مباشر في الجو للاتصالات القريبة وذات المسافات المحدودة فمثلا استعمال الليزر بنجاح لأرسال صور تلفزيونية الى مسافات تصل الى حدود 20Km وذلك بسبب ظواهر التشتت والامتصاص التي تحصل لشعاع الليزر عند مروره في الجو بسبب احتوائه على ذرات الغبار وبعض الاجسام الاخرى التي تسبب تشتتاً لحزمة الليزر فلذلك يعد الفضاء الخارجي مجالا مناسبا لأرسال حزمة الليزر ونقلها اذ يستعمل شعاع الليزر في نقل المعلومات لمسافات بعيدة بوساطة الالياف البصرية، وتعد الاتصالات الليزرية بوساطة الالياف البصرية مناسبة جدا باستعمال طرائق التضمين والكشف.**
12. **يستعمل في مختبرات البحوث التطبيقية.**
13. **التطبيقات العسكرية: يستعمل في التوجيه والتتبع وقياس المسافات بدقة متناهية سواء المسافات القصيرة او الطويلة وذلك باستعمال اجهزة مقدرة المدى اذ يستعمل الطول الموجي لليزر (YACs) او ليزر ثنائي أوكسيد الكاربون لان لهما القدرة على النفاذ في الجو.**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل الثامن أمثلة عن الاطياف الذرية والليزر

أمثلة

س1/ مامقدار الزيادة الحاصلة في طول موجة الفوتون المستطار (في تاثير كومبتن) اذا استطار بزاوية 60^0؟

علما ان ثابت بلانك = $(6.63 \times 10^{-34} J.S)$

وكتلة الالكترون = $(m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ Kg)$

وسرعة الضوء في الفراغ = $(3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta) = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8}(1 - \cos 60^o)$$

$$\Delta\lambda = 0.24 \times 10^{-11}\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 0.24 \times 10^{-11} \times 0.5 = 0.12 \times 10^{-11} m = 1.2 \times 10^{-3} nm$$

س2/ (د2 2013)/ اذا كان فرق الجهد المطبق بين قطبي انبوبة توليد الاشعة السينية $(1.24 \times 10^4 V)$ لتوليد اقصر طول موجة تسقط على هدف الكرافيت في جهاز (تأثير كومبتن)، وكانت زاوية استطارة الاشعة السينية 90^0 فما طول موجة الاشعة السينية المستطارة؟

$$hf_{max} = KE_{max} = e\,V$$

$$f_{max} = \frac{e\,V}{h} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.24 \times 10^4}{6.63 \times 10^{-34}} = 3.15 \times 10^{18}\ Hz$$

$$\lambda_{min} = \frac{C}{f_{max}} = \frac{3 \times 10^8}{3.15 \times 10^{18}} = 0.95 \times 10^{-10} m \cong 0.1 \times 10^{-9} m$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

$$\lambda' - 0.1 \times 10^{-9} = 0.24 \times 10^{-11}(1 - \cos 90^o)$$

$$\lambda' - 0.1 \times 10^{-9} = 0.24 \times 10^{-11}(1 - 0)$$

$$\lambda' = 0.24 \times 10^{-11} + 0.1 \times 10^{-9} = 0.0024 \times 10^{-9} + 0.1 \times 10^{-9} = 0.1024 \times 10^{-9}$$

$$\lambda' = 0.1024\ nm$$

س3/ (د1خا 2014)/ إذا كان فرق الطاقة بين المستويين يساوي (kT) عند درجة حرارة الغرفة احسب عدد الالكترونات N_2 بدلالة N_1 ؟

$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right] \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \exp\left[-\frac{KT}{KT}\right] \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = e^{-1}$$

$$\therefore \frac{N_2}{N_1} = 0.37 \Rightarrow N_2 = 0.37\,N_1$$

أي انه في الحالة الاعتيادية يكون عدد الذرات N_1 في المستوي E_1 أكثر من عدد الذرات في المستوى E_2

س4/ (د1خا 2014)/ وضح رياضيا انه لا يتحقق التوزيع المعكوس عندما تكون الطاقة الحرارية (kT) مساوية لطاقة الفوتون الساقط.

$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right]$$

$$E_2 - E_1 = hf$$

$$KT = hf$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left[-\frac{hf}{hf}\right]$$

$$\frac{N_2}{N_1} = e^{-1}$$

$$\therefore \frac{N_2}{N_1} = 0.37 \Rightarrow N_2 = 0.37\, N_1$$

$$\therefore N_2 < N_1$$

س5/ (د1 2014)/ احسب مقدار فرق الجهد المطبق بين قطبي انبوبة توليد الاشعة السينية لتوليد أقصر طول موجة تسقط على هدف الكرافيت في جهاز (تأثير كومبتن) وكانت زاوية أستطارة الاشعة السينية (90^0) وطول الاشعة السينية المستطارة $(10.24 \times 10^{-11} m)$ ؟

س6/ (د1 2014)/ احسب مقدار فرق الجهد اللازم تسليطه على قطبي انبوبة الاشعة السينية لكي ينبعث فوتون بأقصر طول موجي $(4.5 \times 10^{-7} m)$ ؟

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
ماجستير فيزياء
07700735728

قوانين الفصل الثامن

طاقة الفوتون= فرق الطاقة بين المستويين (E_i) و (E_f)	$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_f - E_i = KT$
الالكترون يمتلك زخما زاويا $(L = mvr)$ في مداره المحدد يساوي اعدادا صحيحة من $(\frac{h}{2\pi})$	$L_n = n(\frac{h}{2\pi}) \Rightarrow mv_nr_n = n(\frac{h}{2\pi})$
ة	
KE_{max}: الطاقة الحركية العظمى للالكترون بوحدة (J). V : فرق الجهد المسلط بوحدة الفولط (V). v_{max}: سرعة الالكترون بوحدة (m/s). m_e: كتلة الالكترون $(m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ Kg)$ e : شحنة الالكترون $(e = 1.6 \times 10^{-19}\ c)$	$KE_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2$ $KE_{max} = e\ V$
f_{max}: لحساب أعظم تردد لفوتون الاشعة السينية	$f_{max} = \frac{e\ V}{h}$
λ_{min}: لحساب أقصر طول موجي لفوتون الاشعة السينية.	$\lambda_{min} = \frac{h\ c}{e\ V}$
$c = f_{max}\ \lambda_{min}$	
ن	
العلاقة بين التغير في الطول الموجي وزاوية الاستطارة $\lambda' - \lambda$: مقدار الزيادة في الطول الموجي للفوتونات المستطارة. λ': طول موجة الفوتون المستطار. λ: طول موجة الفوتون الساقط. θ: زاوية استطارة كومبتن. $\frac{h}{m_e c}$: تمثل طول موجة كومبتن والتي تساوي $(\frac{h}{m_e c} = 0.24 \times 10^{-11} m)$	$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$
ا	
k = ثابت بولتزمان T = درجة الحرارة بالكلفن N_2 = عدد الذرات في المستوى الاعلى للطاقة N_1 = عدد الذرات في المستوى الارضي للطاقة E_2 = مستوى عالي الطاقة E_1 = اوطأ مستوى للطاقة	$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right]$

أسئلة الفصل الثامن

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- يبين انموذج بور للذرة ان:

(a) العناصر الغازية متماثلة في اطيافها الذرية. (b) العناصر الصلبة المتوهجة متماثلة في اطيافها الذرية
(c) العناصر السائلة المتوهجة متماثلة في اطيافها الذرية. (d) لكل عنصر طيف ذري خاص به.

الجواب: (d) لكل عنصر طيف ذري خاص به.

2- عندما تثار الذرة بطاقة اشعاعية متصلة فإن الذرة:
(a) تمتص الطاقة الاشعاعية كلها. (b) تمتص الطاقة المناسبة لأثارة ذراتها.
(c) تمتص الطاقة بشكل مستمر. (d) ولا واحدة منها.

الجواب: (b) تمتص الطاقة المناسبة لاثارة ذراتها.

3- نحصل على سلسلة لايمان في طيف الهيدروجين عند انتقال:
(a) الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة (E_2, E_3, E_4, E_5)، الى المستوى الاول للطاقة.
(b) الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة العليا (E_2, E_3, E_4, E_5)، الى المستوى الثاني للطاقة.
(c) الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة العليا الى المستوى الثالث للطاقة.

الجواب: (a) الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة (E_2, E_3, E_4, E_5)، الى المستوى الاول للطاقة.

4- في الحالة الطبيعية للمادة وحسب توزيع بولتزمان تكون:
(a) معظم الذرات في المستويات العليا للطاقة. (b) معظم الذرات في المستويات الواطئة للطاقة.
(c) عدد الذرات في المستوى الارضي اقل من عدد الذرات في المستويات الاعلى للطاقة.
(d) عدد الذرات في مستوى التهيج اكبر من عدد الذرات في المستوى الارضي.

الجواب: (b) معظم الذرات في المستويات الواطئة للطاقة.

5- (د2 2013 ، د3 2015) طيف ذرة الهيدروجين هو طيف:

(a) مستمرا. (b) امتصاصا خطيا. (c) خطيا. (d) حزميا.

الجواب: (c) خطيا.

6- مقدار الزيادة في الطول الموجي لفوتونات الاشعة السينية المستطارة بوساطة الالكترونات الحرة تعتمد على:
(a) طول موجة الفوتون الساقط. (b) سرعة الضوء. (c) كتلة الالكترون. (d) زاوية الاستطارة.
(e) نوع المعدن المستعمل

الجواب: (d) زاوية الاستطارة.

7- (د1 2015، د3 2015)/ تكون قدرة الضخ عالية عندما تعمل منظومة الليزر بنظام:
(a) ثلاثة مستويات. (b) مستويين. (c) اربعة مستويات. (d) اي عدد من المستويات.

الجواب: (a) ثلاثة مستويات.

8- (د1 2013 ، ت 2016) يمكن استعمال عملية الضخ الكهربائي عندما يكون الوسط الفعال في الحالة:
(a) الصلبة. (b) الغازية. (c) السائلة. (d) اي وسط فعال.

الجواب: (b) الغازية.

9- (د3 2014) يحدث الفعل الليزري عند حدوث انبعاث:

(a) تلقائي ومحفز. (b) محفز وتلقائي. (c) تلقائي فقط. (d) محفز فقط.

الجواب: (d) محفز فقط.

10- تعتمد عملية قياس المدى باستعمال أشعة الليزر على احد خواصه وهي:
(a) التشاكه. (b) الاستقطاب. (c) آحادية الطول الموجي. (d) الاتجاهية.

الجواب: (d) الاتجاهية.

س2 علل مايأتي :

1. (د2 2013، د2خ 2014) تكون الاطوال الموجية في طيف الامتصاص لعنصر ما موجودة ايضا في طيف انبعاثه.

الجواب: لأنه عندما يمر الضوء المنبعث من مصدر طيفه مستمر خلال بخار غير متوهج (أو مادة نفاذه) يمتص من الطيف المستمر الأطوال الموجية التي يبعثها هو فيما لو كان متوهجا وعندها نحصل على طيف امتصاص.

2. (ت 2014، د3 2015) يفضل استعمال الليزر على الطرائق الاعتيادية في عمليات القطع واللحام والتثقيب.

الجواب: بما أن حزمة أشعة الليزر كثيفة ضيقة مركزة لذا يمكن استعمالها في :

a. في الالكترونيات الدقيقة: امكانية حصر الحرارة في بقع صغيرة للغاية وتتم هذه المعالجات بدون لمس المكونات وبدون التأثير في الاجزاء المجاورة لها في اثناء اللحام والقطع.

b. لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي ذات درجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع.

c. تستطيع اشعة الليزر فتح ثقب قطره (5µm) خلال (200µs) في إشد المواد صلابة (الماس والياقوت الأحمر التيتانيوم) وبفضل قصر مدة التأثير لا يحدث اي تغير في طبيعة المادة.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

3. (د2 2014)/ **تأثير كومبتن هو من احدى الادلة التي تؤكد السلوك الدقائقي للاشعة الكهرومغناطيسية.**

الجواب: لأن العالم كومبتن فسر ذلك بأن الفوتون الساقط على هدف الكرافيت ليتصادم مع الكترون حر من الكترونات ذرات مادة الهدف فاقدا مقدارا من طاقته ويكتسب هذا الالكترون بعد التصادم مقدارا من الطاقة بشكل طاقة حركية تمكنه من الافلات من مادة الهدف (أي أن الفوتون يسلك سلوك الجسمات).

4. (د1 2013 ، د2 2015) **في انتاج الاشعة السينية، يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها عالية جدا؟**

الجواب: نتيجة التصادم الالكترونات السريعة جدا مع الهدف تتولد حرارة عالية لذا يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها عالية جدا مثل التنكستن والموليبدنيوم.

س3 (د2ت 2013، د2خ 2014) / ما اسس عمل الليزر ؟

الجواب:

1. **الامتصاص المحتث:** هو انتقال الذرة من مستوي طاقة واطئ (E_1) الى مستوي طاقة اعلى متهيج (E_2) وذلك بامتصاص فوتون ذا تردد مناسب طاقته تساوي فرق الطاقة بين هذين المستويين. أي أن.

$$(E_2 - E_1 = hf)$$

2. **الانبعاث التلقائي:** وهو انتقال الذرة من مستوي الطاقة الاعلى (مستوي التهيج E_2) تلقائيا الى المستوي الارضي بعد مدة زمنية قصيرة (العمر الزمني لمستوي التهيج) لان الذرة تميل دائما الى حالة الاستقرار ويكون هذا الانتقال مصحوبا بانبعاث فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين $(E_2 - E_1 = hf)$ وتكون الفوتونات المنبعثة تلقائيا مختلفة من حيث الطور والاتجاه (غير متشاكهة).

3. **الانبعاث المحفز:** عندما يوثر فوتون في ذرة متهيجة وهي في مستوى الطاقة (E_2) طاقته مساوية تماما الى فرق الطاقة بين المستوى (E_2) والمستوى الطاقة الاوطأ (E_1) فإنه يحفز الالكترون غير المستقر على النزول الى المستوى (E_1) وانبعاث فوتون مماثل للفوتون المحفز بالطاقة والتردد والطور والاتجاه اي الحصول على فوتونين متشاكهين.

س4 (د1 2014،د2 2014، د3 2015)/ وضح كيف يمكن الحصول على التوزيع المعكوس ؟

الجواب: إذا كان النظام الذري غيرمتزن حراريا فإن عدد الذرات في المستويات العليا للطاقة أكثر مما عليه. في المستويات الواطئة للطاقة وهذا يخالف توزيع بولتزمان. أي أن التوزيع في هذه الحالة يكون بشكل معكوس لذا تسمى هذه العملية بالتوزيع المعكوس والتي تزيد من أحتمالية الانبعاث المحفز التي هي أساس توليد الليزر وتحصل عندما يكون هناك شدة ضخ كافية ويتحقق ذلك بوجود مستوي طاقة ذات زمن عمر أطول نسبيا ويسمى هذا المستوي بالمستوي شبه المستقر.

س5 (ت 2013 ، دا1 2015 ، ت 2016) **ما خصائص شعاع الليزر ؟**

الجواب:

(1) **أحادي الطول الموجي (أحادي اللون).**

(2) **التشاكه.**

(3) **الأتجاهية.**

(4) **السطوع.**

س6 **ما أنواع الليزرات الغازية؟ مع ذكر الطول الموجي لشعاع الليزر لبعض منها؟**

الجواب :

1. **الليزرات الذرية : مثل ليزر الهليوم - نيون** (He − Ne Laser) **وليزر** (He − Cd Laser)
2. **الليزرات الايونية : مثل ليزر ايونات الاركون** (Ar^+) **وليزر ايونات الكربتون** (Kr^+)
3. **الليزرات الجزيئية : مثل ليزر ثنائي اوكسيد الكربون.**

(543nm) Helium neon (green) (He − Ne)
(193nm) Argon fluoride (uv) (Ar^+)
(248nm) Krypton fluoride (uv) (Kr^+)
(488nm) Argon (blue)

س7 **ما التصوير المجسم (الهولوغرافي)؟ وبماذا يتميز عن التصوير العادي ؟**

الجواب: **التصوير المجسم: يعد من أفضل تقنيات فن التصوير الذي بوساطته يمكن الحصول على صور مجسمة وأقرب ما تكون الى الحقيقة وذات ثلاثة أبعاد (طول وعرض وأرتفاع) أذ يتم تسجيل سعة الموجات الضوئية المنعكسة من الجسم وطورها ليظهر بثلاثة أبعاد على شبكية العين بينما في التصوير الأعتيادي يتم تسجيل شدة الأشعة فقط.**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

مسائل الفصل الثامن

س1 احسب الزخم الزاوي لالكترون ذرة الهيدروجين عندما يكون في المدار الاول مرة، وعندما يكون في المدار الثاني مرة اخرى؟

الحل

$$L_n = n(\frac{h}{2\pi})$$

$$n = 1$$

$$\therefore\ L_1 = 1 \times \left(\frac{6.63 \times 10^{-34}}{2 \times 3.14}\right) = \frac{6.63}{6.28} \times 10^{-34} = 1.05 \times 10^{-34}\ J.s$$

$$n = 2$$

$$\therefore\ L_2 = 2 \times \left(\frac{6.63 \times 10^{-34}}{2 \times 3.14}\right) = 2 \times 1.05 \times 10^{-34}\ J.s = 2.1 \times 10^{-34}\ J.s$$

س2 ما مقدار الطاقة بوحدات (eV) لفوتون من ضوء طوله الموجي $(4.5 \times 10^{-7} m)$ ؟

الحل

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{4.5 \times 10^{-7}} = 4.42 \times 10^{-19}\ J$$

$$\therefore\ E = \frac{4.42 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.76\ eV$$

س3 احسب عدد الذرات في مستوى الطاقة الاعلى في درجة حرارة الغرفة اذا كان عدد ذرات المستوى الارضي 500 ذرة ؟

الحل

$$\frac{N_2}{N_1} = \exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right] \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \exp\left[-\frac{KT}{KT}\right] \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = e^{-1}$$

$$\therefore\ \frac{N_2}{500} = 0.37 \Rightarrow N_2 = 0.37 \times 500 = 185$$

س4 (ت 2015) (د1 2015) (د3 2015)

ما تردد الفوتون المنبعث عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة $(E_4 = -0.85eV)$ الى مستوى الطاقة $(E_2 = -3.4eV)$؟

الحل

$$\Delta E = E_4 - E_2 = -0.85 - (-3.4) = -0.85 + 3.4 = 2.55\ eV$$

$$\therefore \Delta E = 2.55\ eV = 2.55 \times 1.6 \times 10^{-19} = 4.08 \times 10^{-19}\ J$$

$$hf = \Delta E \Rightarrow \quad f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{4.08\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}} = 0.615 \times 10^{15}\ Hz$$

س5

ما الطاقة الحركية العظمى للالكترون وماسرعته في انبوبة اشعة سينية تعمل بجهد $(30kv)$؟

الحل

$$V = 30kV = 30 \times 1000 = 3 \times 10^4\ V$$

$$KE_{max} = eV = 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^4 = 4.8 \times 10^{-15}\ J$$

$$KE_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2 \Rightarrow \quad v_{max}^2 = \frac{2KE_{max}}{m_e} = \frac{2\times4.8\times10^{-15}}{9.11\times10^{-31}} = \frac{9.6}{9.11} \times 10^{16} = 1.05 \times 10^{16}$$

$$\therefore v_{max} = 1.025 \times 10^8\ \frac{m}{s}$$

س6 د1 2015

ما مقدار اعظم تردد لفوتون الاشعة السينية المتولد اذا سلط فرق جهد مقداره $(40kv)$ على قطبي الانبوبة؟

الحل

$$f_{max} = \frac{eV}{h} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 40 \times 10^3}{6.63 \times 10^{-34}} = \frac{64}{6.63} \times 10^{18} = 9.653 \times 10^{18}\ Hz$$

س7 ت 2013 د2 2015 ، ت 2016

ما مقدار الزيادة الحاصلة في طول موجة الفوتون المستطار (في تأثير كومبتن) اذا استطار بزاوية (90^o) مع العلم ان: ثابت بلانك ثابت بلانك =$(6.63 \times 10^{-34} J.S)$ وكتلة الالكترون = $(m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ Kg)$ وسرعة الضوء في الفراغ = $(3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

الحل

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta) \Rightarrow \quad \Delta\lambda = \frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times3\times10^8}(1 - \cos 90^o)$$

$$\Delta\lambda = 0.24 \times 10^{-11}(1 - 0) = 0.24 \times 10^{-11} m$$

س8 (د1 2013) د1 2015

ما الفرق بين طاقة المستوى الارضي وطاقة المستوى الذي يليه (الاعلى منه) بوحدات (eV) لنظام ذري في حالة الاتزان الحراري، اذا كانت درجة حرارة غرفة ($16\ C^0$).

علما ان ثابت بولترمان (k) يساوي = $(1.38 \times 10^{-23} \frac{J}{k})$

الحل

$$T = C + 273 = 16 + 273 = 289^0K$$

$$\Delta E = KT = 1.38 \times 10^{-23} \times 289 = 398.82 \times 10^{-23}J$$

$$\therefore \Delta E = \frac{398.82 \times 10^{-23}}{1.6 \times 10^{-19}} = 249.26 \times 10^{-4}eV$$

س9

اذا كان الفرق بين مستوى الطاقة المستقر (الارضي) ومستوى الطاقة الذي يليه (الاعلى منه) يساوي (0.025eV) لنظام ذري في حالة الاتزان الحراري وعند درجة حرارة الغرفة، جد درجة حرارة تلك الغرفة بالمقياس السيليزي. علما ان ثابت بولترمان (k) يساوي = $(1.38 \times 10^{-23} \frac{J}{k})$

الحل

$$\Delta E = KT \Rightarrow \quad T = \frac{\Delta E}{K} = \frac{0.025 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.38 \times 10^{-23}} = \frac{0.025 \times 1.6 \times 10^{4}}{1.38} = 289.85 = 290\ ^0K$$

$$T = C + 273 \Rightarrow \quad C = T - 273 = 290 - 273 = 17\ ^0C$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل التاسع

النظرية النسبية

Relativity Theory

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل التاسع النظرية النسبية

الفيزياء الكلاسيكية : هي فيزياء الاجسام المتحركة بسرعة اقل بكثير من سرعة الضوء في الفراغ والتي تخضع لقوانين نيوتن.

قوانين النظرية النسبية : هي فيزياء الاجسام المتحركة بسرع عالية جدا ولغاية الاقتراب من سرعة الضوء في الفراغ والتي لا تخضع الى قوانين نيوتن.

س/ لماذا تعد النظرية النسبية الخاصة لاينشتاين اكثر النظريات الفيزيائية اثارة؟

ج/ لانها احدثت العديد من التغيرات على مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية وطبيعة الجسيمات النووية وبعض الظواهر الكونية.

س/ علام تعتمد النظرية النسبية؟

ج/ تعتمد على مفهوم أطر الاسناد.

س/ ما المقصود بأطار الاسناد؟

ج/ أطار الاسناد: هو الموقع الذي يقوم فيه شخص ما برصد حدث ما في زمن معين. هذا الشخص يسمى مراقب لانه يرصد الحدث ويقوم بالقياسات.

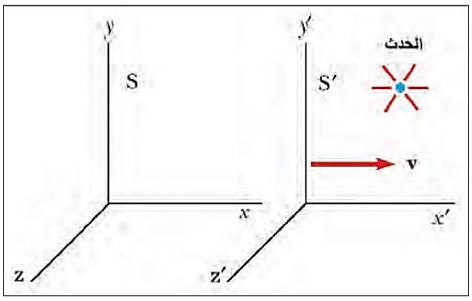
المراقب: هو الشخص الذي يرصد حدث ما في زمن معين ويقوم بالقياسات.

اطر الاسناد القصوري: هي اطر تتحرك فيها الاجسام بسرعة ثابتة نسبة الى بعضها البعض.

س/ كيف يتم رصد حدث ما في الفضاء بدقة وفقا للنظرية النسبية؟

ج/ يتم ذلك بتحديد موقعه وزمنه باستعمال اربعة احداثيات هي (x, y, z, t) اذ تمثل (x, y, z) احداثيات الموقع اما (t) فهو احداثي الزمن الذي تم فيه القياس.

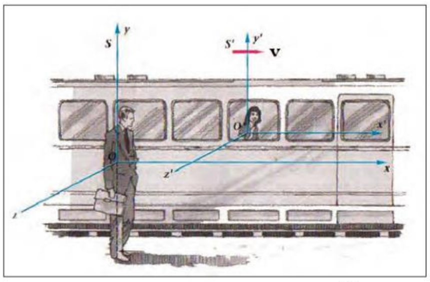
- **مثال على ذلك: عند وصف حدث فيزيائي معين نعتمد اطار اسناد يسمى (S) وعندما تتحرك الاجسام بسرعة ثابتة نسبة الى بعضها البعض فيطلق على هذه الاطر المتحركة اطر الاسناد القصورية.**
- **الشكل يبين اطاري اسناد (S) و (S') اذ يكونان متطابقان في لحظة بدء القياس ويتحرك اطر الاسناد (S') بسرعة ثابتة (v) نسبة الى اطار الاسناد (S) وباتجاه المحور x.**



شكل (1) أطاري الاسناد `S و S.

س/ كيف تنظر النظرية الكلاسيكية والنظرية النسبية الى مفهوم الحركة النسبية؟

ج/ نفترض أن مراقبا في اطار اسناد معين يراقب حدثا في اطار اسناد اخر يتحرك بسرعة ثابتة نسبة لاطار اسناده. ان الميكانيك الكلاسيكي افترض ان الزمن المقاس للحدث هو ذاته في كلا الاطارين القصوريين وان قياس الزمن يسير بالمعدل نفسه بغض النظر عن سرعة حركة اطاري الاسناد أي ان المدة الزمنية بين حدثين متعاقبين يجب ان تكون واحدة لكلا الراصدين، وبالرغم من ان هذا الفرض واضحا وفقا للنظرية الكلاسيكية الا انه يصبح غير صحيح عندما تصبح فيها سرعة حركة الجسم مقاربة او يمكن مقارنتها بسرعة الضوء اذ يجب في هذه الحالة اعتماد فرضيات النظرية النسبية.


شكل (2) شخص في اطار ثابت (S) يراقب شخص اخر في اطار متحرك (`S)

فرضيتا اينشتين في النظرية النسبية الخاصة

س/ ماهي مبادئ وفرضيات اينشتاين في النظرية النسبية الخاصة؟

س/ (د1خا 2013 ، د1خا 2014) أذكر فرضيتا انيشتاين في النظرية النسبية الخاصة؟

ج/ تعتمد النظرية النسبية الخاصة على فرضيتين او مبدأين اساسيين هما:

1) **ان قوانين الفيزياء يجب ان تكون واحدة في جميع اطر الاسناد القصورية. فاي نوع من القياسات التي تجري في اطار اسناد في حالة سكون لابد ان تعطي نتيجة واحدة عندما تجري في اطار اسناد اخر يتحرك بسرعة منتظمة بالنسبة للاول.**

2) **سرعة الضوء في الفراغ مقدار ثابت $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$ في جميع اطر الاسناد القصورية بغض النظر عن سرعة المراقب او سرعة مصدر انبعاث الضوء.**

انتباه!!
❖ **تعتبر الفرضية الثانية استنتاجا مهما للتجربة المشهورة التي اجراها العالمان مايكلسون ومورلي عام 1887 والتي اثبتت ان سرعة الضوء ثابتة عند انتقاله بالاتجاهات المختلفة اذ لا يتوافر الاثير.**

س/ ماهو الاثير؟

ج/ الاثير: وهو وسط افتراضي هلامي غير مرئي كان يعتقد سابقا انه يملأ الفضاء اذ تم في حينه افتراضه لتفسير الآلية التي ينتقل بها الضوء.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

تحويلات غاليلو ومعامل لورنتز

س/ ما هي الشروط الأساسية الثلاثة التي ارتكزت عليها تحويلات غاليلو للعلاقة بين اطاري الاسناد (S', S)؟

ج/ اعتمدت الفيزياء الكلاسيكية على تحويلات غاليلو التي ارتكزت على شروط أساسية ثلاثة بالنسبة للعلاقة بين اطاري الاسناد (S', S) وهي:

1. توازي المحاور $(X//X')$ ، $(X//X')$ ، $(Z//Z')$
2. ثبوت السرعة التي يتحرك بها الاطار (S') $(v = \text{constant})$.
3. ثبوت مقدار الزمن في جميع الاطر القصورية $(t = t')$.

س/ ماهي التحويلات التي تبناها انشتاين لدراسة حركة الجسيمات المادية ؟ وماذا تنص؟

ج/ تبنى اينشتاين تحويلات لورنتز، إذ برهن لورنتز من دراسته لحركة الجسيمات المادية في المجال الكهرومغناطيسي بان لسرعة الجسيمات تاثير مهم جدا في قياس الابعاد الفيزيائية للجسم وبرهن بوجود عامل تصحيحي يجب اعتماده في علاقة احداثيات اطاري الاسناد (S', S). وقد اطلقت تسمية معامل لورنتز على العامل التصحيحي (γ).

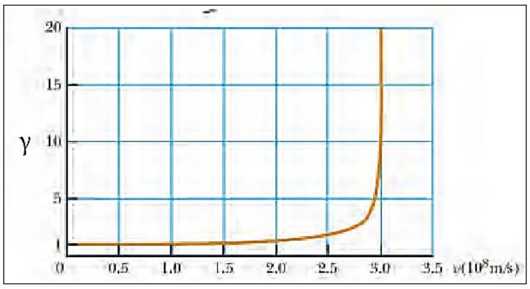
س/ ماهو العامل التصحيحي الذي وضعه لورنتز (معامل لورنتز) ؟ وضح بيانيا تغير العامل التصحيحي مع سرع مختلفة؟

ج/

معامل لورنتز $$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

أذ تمثل v سرعة الجسيم.

c سرعة الضوء في الفراغ.



شكل (4) قيم γ بدلالة سرعة مختلفة. عند اقتراب السرعة من سرعة الضوء نلاحظ اقتراب قيم γ من اللانهاية

اهم النتائج المترتبة على النظرية النسبية الخاصة

- وفقا الفيزياء الكلاسيكية فان قياس بعض الكميات الفيزيائية كالطول والزمن والكتلة لايعتمد على سكون او حركة الراصد الذي يقوم بعملية القياس، بينما وفق لفيزياء النظرية النسبية فان الاجسام المتحركة بسرعة تقترب من سرعة الضوء بالنسبة لراصد ساكن تعاني تغيرا في مقادير هذه الكميات.
- إن القوانين النسبية يمكن تطبيقها على سرع الأجسام المتحركة كافة سواء تلك ذي السرع العالية جدا ولغاية الاقتراب من سرعة الضوء.
- ومن التطبيقات المهمة للنظرية النسبية وهي (تمدد الزمن والانكماش الطولي والكتلة النسبية وتكافو الكتلة والزخم والطاقة) والتي تتأثر قيمها تبعا لسرعة الجسم.

1. نسبية الزمن (تمدد الزمن)

❖ في الميكانيك الكلاسيكي لا يعتمد زمن حدوث حدث فيزيائي على حركة من يرصد هذا الحدث.

❖ اما بالنسبة لفيزياء النظرية النسبية الخاصة فان زمن حدوث حدث ما يختلف بحسب وضع الراصد، فالزمن الذي يسجله راصد متحرك يختلف عن الزمن الذي يسجله راصد ساكن.

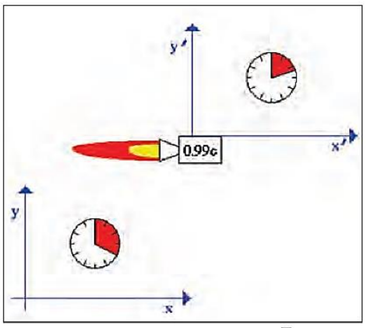
❖ حيث ان العلاقة بين الزمن الذي يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث (t) تعطى بالعلاقة الآتية:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t = t_0\gamma$$

t_0 : يمثل زمن الحدث الذى يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث (الزمن النسبي).

t : يمثل الزمن الذي يسجله راصد ساكن (الزمن الحقيقي).



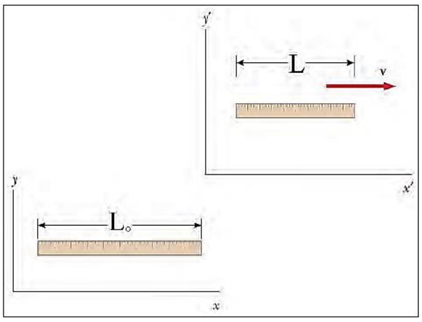
شكل (5) زمن الحدث الذي يسجله راصد ساكن وراصد متحرك.

❖ نلاحظ من هذا الشكل أن زمن الحدث الذي يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث اقل من الزمن الذي يسجله راصد ساكن (الحادث متحرك بالنسبة له).

2. نسبية الطول (أنكماش الطول)

❖ بحسب نسبية الزمن لقد اتضح لنا ان الفترات الزمنية ليست بفترات ثابتة بل تختلف قياساتها باختلاف اطر الإسناد المتحركة التي يتم فيها القياس وينطبق هذا أيضا على الأطوال.

❖ فقياس طول معين في اطار اسناد ثابت مختلف عن القياسات اذا كان اطار الاسناد متحرك اذ ان الاجسام المتحركة بالنسبة لراصد ساكن تعاني انكماشا (تقلصا في الطول) باتجاه حركتها.



شكل (6) نسبية الطول

❖ أن مقدار طول الجسم المتحرك (L) مقارنة بطوله وهو ساكن (L_0) يعطى بالعلاقة التالية:

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$L = \frac{L_0}{\gamma}$$

L: طول الجسم المتحرك والذي يقيسه راصد ساكن (الطول النسبي او الطول الظاهري).

L_0: طول الجسم الساكن (الطول الحقيقي).

أن مقدار داخل الجذر هو دائما اقل من الواحد فإن الطول النسبي يكون دائما اقل من الطول الحقيقي ، ومعنى هذا ان اكبر طول يمكن قياسه لجسم ما هو في اثناء سكونه. $(L < L_0)$

3. الكتلة النسبية (تغير الكتلة مع السرعة)

- من نتائج النظرية النسبية الخاصة هي اعتبار الكتلة كدالة من دوال السرعة اي ان الكتلة ليست كمية ثابتة بل هي مقدار متغير تبعا لسرعتها ويمكن حساب تغير الكتلة على وفق العلاقة الآتية:

m_0: هي كتلة الجسم في حالة السكون (الكتلة السكونية).
m: هي كتلة الجسم المتحرك بسرعة v (اي الكتلة النسبية).

$$m = m_0\gamma$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

- نستنتج من العلاقة المذكورة انفا ان الكتلة النسبية هي اكبر من الكتلة السكونية، اي ان كتلة الجسم المتحرك تزداد بزيادة سرعته.

س/ هل كتلة الجسم كمية ثابتة المقدار ام متغيرة؟

ج/ متغيرة. وتتغير تبعا لسرعتها.

س/ ما الذي تتوقع حدوثه لكتلة جسم اذا كانت سرعته :

1. صغيرة جدا مقارنة بسرعة الضوء. 2. قريبة جدا من سرعة الضوء .

ج/ 1. لا يمكن ملاحظة التغير في الكتلة. 2. تزداد كتلة الجسم .

انتباه!!

- عندما تكون سرعة الجسم صغيرة جدا مقارنة بسرعة الضوء $(v \ll c)$ فان: $(m \approx m_0)$ اي لا يمكن ملاحظة التغير الحاصل في الكتلة وكما يوضحه المثال الآتي:
- عندما تكون سرعة الجسم قريبة من سرعة الضوء فان الكتلة النسبية اكبر من الكتلة السكونية $(m \gg m_0)$ أي ان كتلة الجسم تزداد بزيادة سرعته لذلك فان الزيادة بالكتلة تحسب وفقا لما ياتي:

$$\Delta m = m - m_0$$

س/كيف يمكن اثبات صحة قوانين النسبية؟

ج/ في الفيزياء النووية التي اسهمت في اثبات صحة القوانين النسبية عن طريق التجارب الملموسة كما في مجالات الاشعاعات النووية وهي الجسيمات المنطلقة من بعض المواد المشعة مثل اليورانيوم او الراديوم وهي دقائق مادية متناهية في الصغر تنطلق بسرع قريبة من سرعة الضوء فتزداد كتلتها بما يتفق مع القوانين النسبية.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

تكافؤ الكتلة والطاقة

- وضع العالم اينشتاين معادلته الشهيرة والخاصة بتكافؤ الكتلة والطاقة:

$$E = mc^2$$

س/ ما نص معادلة اينشتاين والخاصة بتكافو الكتلة والطاقة ؟

ج/ تنص على ان ((مقدارا ضئيلا جدا من الكتلة يعطي طاقة هائلة فالطاقة الناتجة من كتلة معينة تساوي حاصل ضرب هذه الكتلة في مربع سرعة الضوء مما ينتج عنه كمية كبيرة جدا من الطاقة)).

س/ كيف يفسر سر طاقة النجوم وعمرها الطويل؟

ج/ يفسر على ضوء معادلة اينشتاين والخاصة بتكافؤ الكتلة والطاقة، فهذه النجوم تفقد كمية قليلة من مادتها لتعطي طاقة تمد بها الفضاء المحيط بها باجمعه.

س/ (د2 2014)/ أذكر بعض من استعمالات مبدأ معادلة اينشتاين : $E = mc^2$ ؟ وعلى ماذا يتم الاعتماد؟

ج/ 1. في بناء وتشغيل المفاعلات النووية . 2. في انتاج الاسلحة النووية.

- يتم ذلك بالاعتماد على مبدا الانشطار النووي اذ ان النواة المنشطرة الواحدة تحرر طاقة مقدارها نحو 200MeV اي ما يعادل $(3.2 \times 10^{-11}J)$ وهذه الطاقة المتحررة تنتج عن أستهلاك $(3.56 \times 10^{-28}\,kg)$ من المادة فقط.

الميكانيك النسبي

إن نظرية النسبية تؤكد على ضرورة تغيير صيغ وقوانين معظم المفاهيم الخاصة بالفيزياء الكلاسيكية (كالطاقة الكلية والطاقة الحركية والعزوم) بالنسبة الى الأجسام المتحركة بسرعة عالية جدا الى صيغ وقوانين نسبية:

1. نسبية الزخم الخطي

ان الزخم النسبي الخطي (P_{rel}) لجسيم كتلته النسبية (m) يتحرك بسرعة مقدارها (v) يعطى بالعلاقة:

$$P_{rel} = \frac{P_{cla}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

P_{rel}: الزخم النسبي الخطي.
P_{cla}: الزخم الكلاسيكي.
m_0: كتلة الجسم السكونية.
m: الكتلة النسبية للجسم.

$$P_{rel} = mv \qquad P_{cla} = m_0 v$$

2. نسبية الطاقة الحركية

ان مقدار الطاقة الحركية النسبية $(KE)_{rel}$ كما برهنها اينشتاين تساوي الفرق بين الطاقة النسبية الكلية (E_{rel}) للجسيم المتحرك بسرعة (v) والطاقة السكونية للجسيم (E_o) أي ان طاقته الحركية لا تساوي $(\frac{1}{2}mv^2)$ كما هو الحال في الميكانيك الكلاسيكي بل انها تساوي طاقته النسبية الكلية (E_{rel}) مطروحا منه طاقته السكونية (E_o) ، اي ان:

$$(KE)_{rel} = E_{rel} - E_o$$

$$E_{rel} = mc^2 \qquad E_o = m_oc^2$$

$(KE)_{rel}$: تمثل الطاقة الحركية النسبية للجسيم.
mc^2: تمثل الطاقة النسبية الكلية للجسيم المتحرك بسرعة (v).
m_oc^2: هي تمثل الطاقة السكونية للجسيم.

$$(KE)_{rel} = (m - m_o)c^2$$

$$(KE)_{rel} = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)m_oc^2$$

3. الطاقة النسبية الكلية

إن الطاقة النسبية الكلية (E_{rel}) لجسيم يتحرك بسرعة (v) تساوي حاصل جمع الطاقة الحركية النسبية $(KE)_{rel}$ والطاقة السكونية (m_oc^2) لذلك الجسيم.

$$E_{rel} = (KE)_{rel} + m_oc^2$$

وبالتعويض عن مقدار الطاقة الحركية النسبية المذكورة سابقا نحصل على:

$$E_{rel} = \frac{m_oc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

انتباه!!

➢ نستنتج من المعادلات الاخيرة انه: في حالة الجسيم الساكن (سرعته تساوي صفرا) وفي اي اطار اسناد فان الطاقة الكلية النسبية للجسيم تساوي الطاقة السكونية له. أي:

في حالة الجسيم الساكن $(v = 0)$ $\quad E_{rel} = m_oc^2 \Rightarrow E_{rel} = E_o$

4. العلاقة بين الطاقة والزخم

بتطبيق العلاقات النسبية للطاقة الكلية والزخم الخطي الآتية:

$$E_{rel} = \frac{m_o c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$P_{rel} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

يمكن أيجاد العلاقة الاتية:

$$(E_{rel})^2 = (P_{rel})^2 c^2 - {m_o}^2 c^4$$

- تستعمل هذه المعادلة بشكل خاص في الدراسات الخاصة بالانوية والذرات.
- وحدات الطاقة النسبية الكلية E_{rel} عادة بوحدات الالكترون فولط (eV) اومضاعفاته $(MeV = 10^6 eV)$.
- وحدات الزخم يعبرعنها بوحدات (eV/c) او (MeV/c).
- تستعمل وحدات (eV/c^2) او(MeV/c^2) للتعبير عن الطاقة النسبية $(E = mc^2)$.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل التاسع　أمثلة عن النظرية النسبية

أمثلة

س1/ سافر رائد فضاء بسرعة ثابتة مقدارها 0.99c اي قريبة جدا من سرعة الضوء ثم عاد الى الأرض بعد ان امضى في سفره وبحسب تقويمه الخاص داخل مركبته خمس سنوات. احسب عمره كما يراه اهل الأرض؟

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5}{\sqrt{1-\frac{(0.99c)^2}{c^2}}} = \frac{5}{\sqrt{1-\frac{0.9801\ c^2}{c^2}}} = \frac{5}{\sqrt{1-0.9801}} = \frac{5}{\sqrt{0.0199}} = \frac{5}{0.14}$$

$$t = 35.4\ h$$

س2/ من المعلوم ان اقرب نجم الى المنظومة الشمسية هو النجم سانتوري يبعد عن الارض (4.3 Light year) سنة ضوئية جد.

(1) السرعة التي يمكن لسفينة فضائية بالوصول الى هذا النجم خلال (7.448 year) كما يقيسها ركاب السفينة انفسهم.

(2) الفترة الزمنية المقاسة من قبل سكان الارض.

علما ان : سرعة الضوء في الفراغ تساوي $(3\times10^8\frac{m}{s})$ ، $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.55$.

وان LY تعني (4.3 Light year) (سنة ضوئية).

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.155$$

$$1-\frac{v^2}{c^2} = 1.334 = \frac{4}{3}$$

$$3 = 4-4(\frac{v^2}{c^2})$$

$$4\left(\frac{v^2}{c^2}\right) = 1$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{v}{c} = \frac{1}{2}$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

$$v = 0.5c = 0.5\times3\times10^8 = 1.53\times10^8\frac{m}{s}$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = t_0\gamma = 7.448\times1.155$$

$$t = 8.6\ year$$

س3/ (د1خا 2015) سفينة فضائية طولها على الأرض 50m فكم يصبح طولها عندما تتحرك بسرعة 0.9 c ؟

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 50 \times \sqrt{1-\frac{(0.9c)^2}{c^2}} = 50 \times \sqrt{1-\frac{0.81c^2}{c^2}} = 50 \times \sqrt{1-0.81}$$
$$= 50 \times \sqrt{0.19} = 21.8m$$

س4/ (د2 2015) جسم طوله 4 m في حالة سكون، احسب طوله الذي يقيسه راصد ساكن عندما يتحرك الجسسم بسرعة تعادل 0.7 من سرعة الضوء (اي 0.7c) ؟

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 4 \times \sqrt{1-\frac{(0.7c)^2}{c^2}} = 4 \times 0.71 = 2.85m$$

س5/ جسم كتلته 1kg احسب كتلته في الحالات الثلاث الآتية :

(a) إذا كانت سرعته تساوي 1000 m/s

(b) اذا كانت سرعته تساوي 0.9 c

(c) اذا كانت سرعته تساوي 0.99 c

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

a) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1Kg}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{1Kg}{\sqrt{1-\left(\frac{10^3}{3\times10^8}\right)^2}} = 1.000000000005\ Kg$

b) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1Kg}{\sqrt{1-\left(\frac{0.9c}{c}\right)^2}} = \frac{1Kg}{\sqrt{1-0.9^2}} = 2.2942\ Kg$

c) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1Kg}{\sqrt{1-\left(\frac{0.99c}{c}\right)^2}} = \frac{1Kg}{\sqrt{1-0.99^2}} = 7.0888\ Kg$

س6/ (د2خ 2014) / ما كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها عند تحويل غرام واحد كليا من المادة الى طاقة ؟

$$E = mc^2 = 1 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^{13}\ J$$

أذا كان معد ل معدل الاستهلاك من قبل عائلة عراقية يساوي $1000kwh$ في الشهر الواحد فهذا يعادل طاقة تساوي

$$E = P \times t = 1000 \times 10^3 \times 60 \times 60 = 3.6 \times 10^9 J$$

$$\frac{9 \times 10^{13}}{3.6 \times 10^9} = 2.5 \times 10^4\ months$$

وهذا يعني ان الطاقة المستهلكة من تحول غرام واحد فقط من المادة الى طاقة ستكفي هذه العائلة لاكثر من الفي سنة كتشغيل كهربائي

قوانين الفصل التاسع

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
ماجستير فيزياء
07700735728

معامل لورنتز أذ تمثل v سرعة الجسيم. c سرعة الضوء في الفراغ.	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
الزمن (تمدد الزمن) t_0 : يمثل زمن الحدث الذى يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث (الزمن النسبي). t : يمثل الزمن الذي يسجله راصد ساكن (الزمن الحقيقي).	$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
الطول (أنكماش الطول) L: طول الجسم المتحرك والذي يقيسه راصد ساكن (الطول النسبي او الطول الظاهري). L_0: طول الجسم الساكن (الطول الحقيقي).	$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
النسبية (تغير الكتلة مع السرعة) m_0: هي كتلة الجسم في حالة السكون (الكتلة السكونية). m: هي كتلة الجسم المتحرك بسرعة v (اي الكتلة النسبية).	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
الزيادة في الكتلة	$\Delta m = m - m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0$
الزيادة المئوية لكتلة جسم	الزيادة المئوية $= \frac{\Delta m}{m_0} \times 100\%$
	$E = mc^2$
P_{rel}: الزخم النسبي الخطي. $P_{rel} = mv$ P_{cla}: الزخم الكلاسيكي. $P_{cla} = m_0 v$ m_0: كتلة الجسم السكونية. m: الكتلة النسبية للجسم.	$P_{rel} = \frac{P_{cla}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
$(KE)_{rel}$: تمثل الطاقة الحركية النسبية للجسيم. $E_{rel} = mc^2$: تمثل الطاقة النسبية الكلية للجسيم $E_o = m_o c^2$: تمثل الطاقة السكونية للجسيم.	$(KE)_{rel} = E_{rel} - E_o$ $(KE)_{rel} = \Delta mc^2 = (m - m_o)c^2$ $(KE)_{rel} = (\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1)m_o c^2$
	$E_{rel} = (KE)_{rel} + m_o c^2$ $E_{rel} = \frac{m_o c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

أسئلة الفصل التاسع

س1 اختر العبارة الصحيحة في ما يأتي :

1- (د3 2014) اي من الكميات التالية تُعد ثابتة حسب النظرية النسبية:

(a)سرعة الضوء. (b) الزمن. (c) الكتلة. (d) الطول.

الجواب: (a)سرعة الضوء.

2- تطلق مركبة فضائية سرعتها 0.9c (0.9 من سرعة الضوء) شعاعا ضوئيا فالسرعة النسبية لهذا الشعاع الذي يقوم برصده طاقم مركبة فضائية اخرى تسير بشكل مواز للمركبة الفضائية الأولى وبالاتجاه نفسه وبالسرعة نفسها.

(a) 0.9c. (b) 1.8c (c) 1.6c (d) c

الجواب: (d) c

3- وفقا لنظرية اينشتاين النسبية الخاصة فإن:

(a) الزمان والمكان هما تعبيران متلازمان. (b) الطاقة والكتلة هما تعبيران متلازمان.

(c) الزمان والطاقة تعبيران متلازمان. (d) الطاقة والكتلة تعبيران غير متلازمان

الجواب: (b) الطاقة والكتلة هما تعبيران متلازمان.

4- وفقا لنظرية اينشتاين النسبية الخاصة فأن جميع قوانين الفيزياء واحدة في اطر القياس التي تكون سرعتها:

(a)بتعجيل منتظم. (b) منتظمة وثابتة. (c) غير منتظمة ومتذبذبة. (d) دورانية.

الجواب: (b) منتظمة وثابتة.

5- (د2 2014) الطاقة الحركية النسبية تساوي:

(a) $\frac{1}{2}mv^2$ (b) $\frac{1}{2}mc^2$ (c) $(m - m_0)c^2$ (d) $(v^2 - c^2)m_0$

الجواب: (c) $(m - m_0)c^2$

6- الطاقة النسبية الكتلية تساوي:

(a) $m^2 - m_o c^2$ (b) $Pc - m_o c^2$ (c) $(P_{rel})^2 c^2 - m_o^2 c^2$ (d) $m_o c^2 + (KE)_{rel}$

الجواب: (c) $(P_{rel})^2 c^2 - m_o^2 c^2$

-7 (د1 2014) وفقا لمعادلة اينشتاين الشهيرة بتكافؤ الكتلة والطاقة فإن:

$E = m^2c$ (a) $E = c^2m^2$ (b) $E = mc^2$ (c) $E = mc$ (d)

الجواب: $E = mc^2$ (c)

-8 ساعة تدق دقة واحدة كل ثانية، فإذا كان طول الساعة 10cm عندما تكون في حالة السكون، فإذا تحركت هذه الساعة بسرعة (0.8c) موازية إلى طولها نسبة إلى راصد ساكن، فان الراصد يقيس الدقات وطول الساعة كالتالي:

(a) أكبر من (1s) واطول من (10cm).
(b) أقل من (1s) واطول من (10cm).
(c) أكبر من (1s) واقصر من (10cm).
(d) أقل من (1s) واقصر من (10cm).

الجواب: (c) أكبر من (1s) واقصر من (10cm).

-9 وضعت ساق بموازاة المحور x وتحركت الساق بموازاة هذا المحور ايضا بانطلاق مقداره (0.8c) فكان طولها الظاهري 1m فان طولها في اطار اسناد ساكن يكون:

0.5m (a) 1.666m (b) 0.7m (c) 0.8m (d)

الجواب: 1.666m (b)

-10 (ت 2014) اذا كنت في صاروخ متحرك بانطلاق 0.7c باتجاه نجم فأي انطلاق سوف يصلك ضوء هذا النجم:

(a) اصغر من c (b) أكبر من c (c) بسرعة الضوء في الفراغ

الجواب: (c) بسرعة الضوء في الفراغ

س2 (د1 2015) **جسيم يتحرك بسرعة منتظمة ثابتة $v = 0.6c$ ما النسبة بين مقدار الزخم النسبي (P_{rel}) ومقدار الزخم الكلاسيكي (P_{cal}) ؟**

الجواب:

$$P_{rel} = \frac{m_0 v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$ الزخم النسبي

$$P_{cal} = m_0 v$$ الزخم الكلاسيكي

$$\therefore \frac{P_{rel}}{P_{cal}} = \frac{\frac{m_0 v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}}{m_0 v} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{c^2-v^2}{c^2}}} = \frac{c}{\sqrt{c^2-v^2}}$$

س3 (د2 2013 ، د1ن 2015) **هل تتاثر كتلة ساق معدنية ساخن جدا اذا تم تبريده من درجة 2000K الى درجة حرارة الغرفة؟**

الجواب: نعم لان طاقة الجسم تتناسب مع الاس الرابع لدرجة حرارته المطلقة وان الكتلة في مفهوم النظرية النسبية الخاصة تتناسب مع الطاقة حسب قانون اينشتاين $E = mc^2$

س4 (د3 2013) **ما الفرق الأساسي بين تحويلات غاليلو والتحويلات النسبية ؟**

الجواب: الفرق الأساس هو المقدار $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ وتاثيرها في مقادير زخم الجسم وطول الجسم وكتلة الجسم والزمن المقاس وقد أطلقت قمية (γ) معامل لورنتز على الكتلة النسبية مثلا :

$$m_{rel} = m_0\gamma = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

س5 (ت 2014) **هنالك قول يقول ان المادة لا تفنى ولا تستحدث فهل تعتقد ان هذا صحيح ؟**

الجواب: كلا ، اذ يمكن تحويل الطاقة الى مادة او المادة إلى طاقة.

س6 (د1 2013) **هل يمكن لجسم ما ان تصل سرعته الى سرعة الضوء في الفراغ ؟**

الجواب : لا يمكن ان نتصور إمكانية الوصول إلى سرعة الضوء لان ذلك يعني ان كتلة الجسم ستصبح مالانهاية ولا توجد لدينا قوانين في الوقت الحاضر لتفسير حركتها.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

مسائل الفصل التاسع

س1 **باتحاد غرام واحد من الهيدروجين مع ثمانية غرامات من الأوكسجين يتكون تقريبا تسعة غرامات من الماء مع تحرر كمية $2.86 \times 10^5 J$ من الطاقة، احسب كمية الكتلة المتحولة نتيجة هذا التفاعل؟**

الحل

$$E = mc^2 \Rightarrow 2.86 \times 10^5 = m \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow m = \frac{2.86\times10^5}{9\times10^{16}} = 0.3177 \times 10^{-11}\ Kg$$

س2 **إذا كان مقدار الطاقة المنتجة من الشمس في الثانية الواحدة هي $3.77 \times 10^{26} W$ فما مقدار ما تفقده الشمس من كتلة في الثانية الواحدة؟**

الحل

$$E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{3.77\times10^{26}\times1}{(3\times10^8)^2} = \frac{3.77\times10^{26}}{9\times10^{16}} = 0.42 \times 10^{10}\ Kg$$

س3 **يرسل رواد فضاء رسالة الى محطة مراقبة على الأرض يبلغونهم انهم سينامون ساعة واحدة ثم يعاودون الاتصال بهم بعد ذلك مباشرة فإذا كانت سرعة المركبة $0.7c$ بالنسبة للارض فما الزمن الذي يستغرقه رواد المركبة في النوم كما يقيسه مراقبون في محطة المراقبة على الأرض؟**

الحل

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.7c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0.49\ c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{0.51}} = 1.4h$$

س4 **مسطرة طولها $1m$ ما طولها عندما تسير بسرعة تبلغ نصف سرعة الضوء باتجاه طولها بالنسبة لراصد ساكن على سطح الأرض ؟**

الحل

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 1 \times \sqrt{1-\frac{(0.5c)^2}{c^2}} = \sqrt{1-0.25} = \sqrt{0.75} = 0.866m$$

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

س5 (د2 2013) (د3 2015) (ت 2016)

اذا كان طول مركبة فضائية 25m عندما تكون ساكنة على سطح الأرض و 15m عند مرورها بسرعة بالنسبة لراصد ساكن على سطح الأرض فما سرعة هذه المركبة الفضائية؟

الحل

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 15 = 25 \times \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{15}{25} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 0.6 = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$0.36 = 1-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1-0.36 = 0.64 \Rightarrow \frac{v}{c} = 0.8 \Rightarrow v = 0.8c$$

س6 (د1 2014) **ما الزيادة في كتلة بروتون** $(m_o = 1.6726 \times 10^{27}kg)$ **اذا كانت سرعته تساوي 0.9 c؟**

الحل

$$\Delta m = m - m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)m_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.9c)^2}{c^2}}} - 1\right)m_0$$

$$\Delta m = \left(\frac{1}{\sqrt{1-0.81}} - 1\right)m_0 = \left(\frac{1}{\sqrt{0.19}} - 1\right)m_0 = (2.29-1)m_0$$

$$\Delta m = 1.29 \times 1.6726 \times 10^{-27}$$

$$\therefore \Delta m = 2.16 \times 10^{-27}\ kg$$

س7 **(د2ن 2015) ما السرعة المطلوبة لزيادة كتلة جسم ما بمقدار 10% من كتلته السكونية؟**

الحل

$$\Delta m = 10\%m_0 = \frac{10}{100}m_0 = 0.1m_0$$

$$\Delta m = m - m_0 \Rightarrow 0.1m_0 = m - m_0 \Rightarrow m = 1.1m_0 \rightarrow \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.1m_0$$

$$\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1.1 \Rightarrow \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} = 1.21 \Rightarrow 1.21 - 1.21\frac{v^2}{c^2} = 1$$

$$1.21\frac{v^2}{c^2} = 0.21 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{0.21}{1.21} = \frac{21}{121} \Rightarrow v = \frac{4.6}{11}c = 0.418c$$

س8 برهن على ان الزيادة المئوية لكتلة جسم تساوي 15.47% اذا تحرك الجسم بسرعة تساوي نصف سرعة الضوء؟

الحل

$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\Delta m}{m_0} \times 100\% = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\% = \frac{\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0}{m_0} \times 100\%$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right) \times 100\% = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.5)^2}{c^2}}} - 1\right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{1}{\sqrt{1-0.25}} - 1\right) \times 100\% = \left(\frac{1}{\sqrt{0.75}} - 1\right) \times 100\% = \left(\frac{1}{0.866} - 1\right) \times 100\%$$

$$= (1.1547 - 1) \times 100\% = 0.1547 \times 100\% = 15.47\%$$

س9 يتحرك جسم طوله 2m بسرعة معينة مقدارها v ، فاذا علمت ان راصدا ساكناً بالنسبة الى الجسم قد قاس طوله فوجده يساوي 0.8m فكم هي السرعة التي يتحرك بها الجسم؟

الحل

$$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \rightarrow 0.8 = 2 \times \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \rightarrow \frac{0.8}{2} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \rightarrow 0.4 = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$0.16 = 1 - \frac{v^2}{c^2} \rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 0.84 \rightarrow v^2 = 0.84\,c^2 \rightarrow v = 0.9165\,c$$

س10 ما سرعة جسيم طاقته الحركية النسبية تساوي ثمانية امثال طاقة كتلته السكونية ؟

الحل

$$KE_{rel} = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right)E_0 \rightarrow \frac{KE_{rel}}{E_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \rightarrow \frac{8E_0}{E_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1$$

$$8 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \rightarrow 9 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow 81 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \rightarrow 81 - 81\frac{v^2}{c^2} = 1$$

$$81\frac{v^2}{c^2} = 80 \rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{80}{81} \rightarrow v = \frac{\sqrt{80}}{9}c \rightarrow v = \frac{8.9}{9} = 0.99c$$

س11 (د3م 2015) **ما سرعة الكترون اذا كانت طاقته الحركية النسبية تساوي** $1.0\ MeV$؟
علما بأن كتلة الإلكترون السكونية تساوي $9.11 \times 10^{-31}\ Kg$ ، $1MeV = 1.6 \times 10^{-13} eV$؟

الحل

$KE_{rel} = 1.0\ MeV = 1 \times 1.6 \times 10^{-13} = 1.6 \times 10^{-13}\ J$

$KE_{rel} = (\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1)m_o c^2 \rightarrow \frac{1.6\times10^{-13}}{9.1\times10^{-31}\times9\times10^{-16}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1$

$1.95 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \rightarrow 2.95 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$8.7 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \rightarrow 8.7 - 8.7\frac{v^2}{c^2} = 1$

$\frac{v^2}{c^2} = \frac{7.7}{8.7} = 0.885 \rightarrow v = 0.94\ c$

س12 **سفينة فضاء سرعتها** $0.999c$ **انطلقت من الارض الى النجم سانتوري الذي يبعد عن الارض مسافة** $4.3 \times 10^{16} m$ **احسب زمن الذهاب والاياب الذي تسجله ساعة مثبتة في السفينة وقارن بالزمن الذي تسجله الساعات الارضية.**

الحل

$v = \frac{x}{t} \rightarrow t = \frac{x}{v} \rightarrow t = \frac{4.3\times10^{16}}{0.999c} = \frac{4.3\times10^{16}}{0.999\times3\times10^{8}} = \frac{4.3}{2.997} \times 10^8 = 1.434763 \times 10^8$

$2t = 2 \times 1.43476 \times 10^8 s = 2.86952 \times 10^8 s = \frac{2.86952 \times 10^8}{60 \times 60 \times 24 \times 365}$

$= \frac{2.86952 \times 10^8}{31536000} = 9.0988\ year$

$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow 9.0988 = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{(0.999c)^2}{c^2}}} \rightarrow 9.0988 = \frac{t_0}{\sqrt{1-0.998}}$

$9.0988 = \frac{t_0}{\sqrt{0.002}} \rightarrow t_0 = 9.0988 \times 0.0447 = 0.4067\ year$

$\frac{t}{t_0} = \frac{9.0988}{0.4067} = 22.4\ year \rightarrow t = 22.4\ t_0$

الفصل العاشر

الفيزياء النووية

Nuclear Physics

أعداد

الاستاذ علي جعفر هادي

ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

الفصل العاشر الفيزياء النووية

س/ ما الفائدة العملية من (او اهمية) الطاقة النووية؟

ج/ تستثمر للأغراض السلمية كما في تحول الطاقة النووية الى طاقة كهربائية او لأغراض غير سلمية كما في انتاج الاسلحة النووية.

تركيب النواة وخصائصها

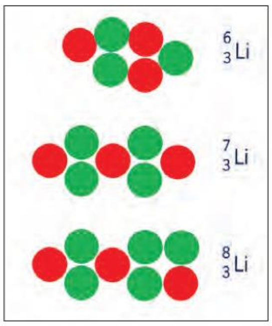
1. **ان النواة تتكون من جسيمات البروتونات الموجبة الشحنة وجسيمات النيوترونات المتعادلة الشحنة (شحنة النيوترون تساوي صفرا).**
2. **النيكلون (او النوية): هو اسم يطلق على البروتون او النيوترون. اي ان النواة تتكون من عدد من النيوكلونات.**
3. **يرمز للبروتون بالرمز (^1_1H) أو (p) في بعض الاحيان (^1_1p).**
4. **يرمز للنيوترون بالرمز (^1_0n) او (n).**
5. **العدد الذري Z: يمثل عدد البروتونات في النواة ويكتب عادة يسار رمز العنصر (او رمز النواة) من الأسفل كما في الشكل (^A_ZX)، ويرمز له بالرمز (Z).**
6. **العدد النيوتروني N: يمثل عدد النيوترونات في النواة ويرمز له بالرمز (N).**
7. **العدد الكتلي A: هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في النواة ويرمز له بالرمز (A) (وفي بعض الاحيان يسمى بعدد الكتلة) ويكتب العدد الكتلي عادة على يسار رمز النواة الى الاعلى كما في الشكل (^A_ZX) ، ويعطى على وفق العلاقة الأتية:**

$$A = Z + N$$

- **وكمثال توضيحي** فإن نواة الالمنيوم التي عددها الذري يساوي ($Z = 13$) وعددها الكتلي يساوي ($A = 27$) فانه يرمز لها بالرمز ($^{27}_{13}Al$)، اذ ان الرمز (Al) يمثل رمز نواة الالمنيوم. وبتطبيق العلاقة ($A = Z + N$) ، فأننا نجد ان عدد نيوترونات نواة الالمنيوم (N) يساوي (14) نيوترونا.



8. **نظائر العنصر: هي نوى متساوية في العدد الذري وتختلف في عدد النيوترونات (او العدد الكتلي)، ومثال على ذلك فان ($^6_3Li, ^7_3Li, ^8_3Li$) يمثلون ثلاثة نظائر لليثيوم، لاحظ شكل:**



كتلة النواة

1. تشكل كتلة النواة نحو (99.9%) من كتلة الذرة.
2. تقاس كتل النوى بوساطة اجهزة دقيقة ومنها مطياف الكتلة.
3. تقاس كتل نوى الذرات بوحدة مناسبة تسمى وحدة الكتلة الذرية (amu) وتختصر (u) بدلا من وحدة الكيلوغرام المتعارف عليها والتي لا تتلائم مع قياسات الكتل الذرية والنووية الصغيرة جدا والتي تساوي:

$$1\text{amu} = 1\text{u} = 1.66 \times 10^{-27}\text{kg}$$

4. وبما ان النواة تحتوي (A) من النيوكليونات وان كتلة النيوكليون مقاربة الى كتلة (1u)، وبذلك فإن كتلة النواة التقريبية (m') سوف تساوي ($A \times u$). $(m' = A \times u)$
5. توصف النواة بكونها ثقيلة، او متوسطة، او خفيفة تبعا لكون عددها الكتلي (اوكتلتها) كبير او متوسط او صغير على التوالي.
6. في هذا الفصل وعندما نتكلم عن كتل الذرات المتعادلة والنوى والجسيمات (مثل البروتون، النيوترون، جسيمة الفا... الخ) فان المقصود بها هي الكتل السكونية.

تكافؤ الكتلة والطاقة

1. في الفيزياء النووية يعبر عن الكتلة بما يكافئها من طاقة، إذ يمكن ايجاد الطاقة المكافئة للكتلة وذلك باستعمال علاقة اينشتاين المعروفة في تكافؤ الكتلة (m) مع الطاقة (E) وبحسب العلاقة:

$$E = mc^2$$

2. ان علاقة الكتلة والطاقة هي علاقة تكافؤ وان الكتلة يمكن ان تتحول الى طاقة والعكس صحيح. وعلى هذا الاساس فان الطاقة المكافئة لكتلة مقدارها (1u) قد وجد انها تساوي تقريبا (931MeV). ووفقا لعلاقة الطاقة المكافئة للكتلة فانه يمكننا كتابة العلاقة الاتية:

$$c^2 = 931\frac{\text{MeV}}{\text{u}}$$

3. اما علاقة بين (MeV) و (J) فهي :

$$\text{MeV} = 10^6\text{eV} = 1.6 \times 10^{-13}\text{J}$$

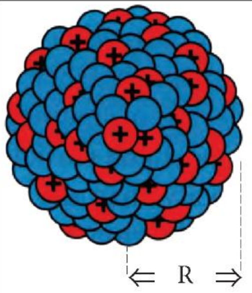
شحنة النواة

شحنة النواة تساوي مجموع شحنات البروتونات الموجودة فيها لأنه النيوترونات متعادلة الشحنة (حيث شحنة النيوترون تساوي صفرا)، وبذلك تكون نواة اي ذرة هي ذات شحنة موجبة وان مقدار شحنتها (q) تساوي (+Ze) حيث (Z) هو العدد الذري للنواة و (+e) هي شحنة البروتون والتي تساوي (1.6×10^{-19}c) اي ان شحنة النواة تعطى بالعلاقة التالية:

$$q = Ze$$

حجم النواة

> **هل تعلم**
> على الرغم من أن النيوترون هو متعادل الشحنة (شحنته تساوي صفراً) الا انه يمتلك عزماً مغناطيسياً.



نصف قطر النواة

س/ كيف نستطيع ان نعرف نصف قطر النواة وحجمها؟

1. يمكن ذلك بطرائق وتجارب عدة وان اول تجربة لتقدير حجم النواة ونصف قطرها كانت قد اجريت من قبل العالم رذرفورد وذلك عن طريق استطارة جسيمات الفا من نوى ذرات الذهب، فقد توصل من هذه التجربة والعديد من التجارب الاخرى بعدها الى ان معظم نوى الذرات هي ذوات شكل كروي تقريبا.
2. لقد وجد ان نصف قطر النواة (R) يتغير تغيرا طرديا مع الجذر التكعيبي للعدد الكتلي (A) ويمكن حساب نصف القطر وفقا للعلاقة الاتية:

$$R = r_o A^{\frac{1}{3}}$$

أذ تمثل r_o : ثابت نصف القطر = $(1.2 \times 10^{-15} m)$.
A : العدد الكتلي.

3. لكون الأبعاد النووية تقع في حدود $(10^{-15} m)$ وهي ابعاد صغيرة جدا لذا من المناسب استخدام وحدة للطول تسمى الفيمتومتر اوالفيرمي (F)، حيث أن: (الفيرمي $= 1Fermi = 1F = 10^{-15} m$).
لذلك يمكن كتابة العلاقة السابقة بوحدة المتر (m) وبوحدة الفيرمي (F) وعلى الشكل الآتي:

$$R = \begin{cases} 1.2 \times 10^{-15} A^{\frac{1}{3}} & \text{بوحدة } (m) \\ 1.2 A^{\frac{1}{3}} & \text{بوحدة } (F) \end{cases}$$

4. بذلك يمكن إيجاد حجم النواة (V) بتطبيق العلاقة التالية (وذلك على اعتبار ان شكل النواة هو كروي ذات نصف قطر (R):

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi {r_o}^3 A$$

س/ علام يعتمد نصف قطر النواة ؟

ج/ يعتمد على العدد الكتلي للنواة حيث يتناسب طرديا مع الجذر التكعيبي للعدد الكتلي (A).

كثافة النواة التقريبية

س/ كيف يمكن ايجاد كثافة النواة؟

ج/ لأيجاد كثافة النواة (ρ) نطبق العلاقة التالية:

$$\rho = \frac{m'}{V}$$

أذ أن m': تمثل الكتلة النواة التقريبية وتعطى بالعلاقة التالية: $(m' = A \times u)$.
V : حجم النواة.

- وجد ان كثافة النواة التقريبية تساوي حوالي $(2.3 \times 10^{17} \frac{Kg}{m^3})$، وبالمقارنة مع كثافة الماء $(10^3 \frac{Kg}{m^3})$، فان كثافة النواة تساوي تقريبا (2.3×10^{14}) مرة بقدر كثافة الماء وهذه القيمة كبيرة جدا.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

طاقة الربط (الارتباط) النووية (E_b)

- من المعروف أن الشحنات المتشابهة تتنافر وفق قانون كولوم، وبما ان النواة تحتوي على النيوترونات المتعادلة الشحنة وعلى البروتونات الموجبة الشحنة (ماعدا نواة ذرة الهيدروجين الاعتيادي ونظائره إذ تحتوي على بروتون واحد فقط)، ولكن ما يحصل داخل النواة ان البروتونات لا تتفكك على الرغم من تشابهها بالشحنة. ثم وهذا لايؤدي الى تفكك النواة. ماسبب ذلك؟

س/ كيف تحافظ النواة على تماسكها وترابطها ؟ وما هي القوة التي تربط وتمسك بنيوكليوناتها معا ؟

س/ لماذا لا تتنافر البروتونات على الرغم من تشابهها بالشحنة؟

ج/ وذلك بسبب وجود قوة تجاذب نووية قوية تربط وتمسك بنيوكليونات النواة. وهذه القوة النووية (القوية) هي واحدة من القوى الاربعة الاساسية المعروفة في الطبيعة وهي الاقوى في الطبيعة. ومن خواص القوة النووية هي انها ذات مدى قصير وهي لاتعتمد على الشحنة.

س/ (د1ن 2015) أذكر خواص القوة النووية ؟

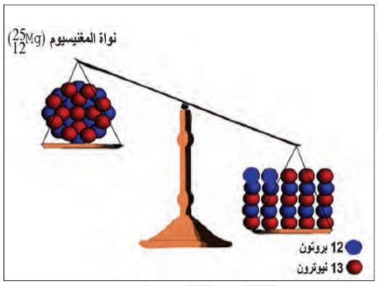
ج/ (1) تربط وتمسك بنيوكليونات النواة. (2) هي اقوى قوة في الطبيعة.
(3) قوة ذات مدى قصير. (4) لا تعتمد على الشحنة.

س/ (د1خا 2015) (د3 2015) / ما المقصود بطاقة الربط النووية؟

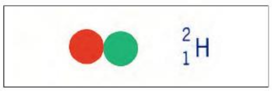
ج/ <u>بطاقة الربط النووية</u> (E_b): هي الطاقة المتحررة عند جمع اعداد مناسبة من البروتونات والنيوترونات لتشكيل نواة معينة (او هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة الى مكوناتها من البروتونات والنيوترونات).

س/ ما السبب في أن كتلة النواة لاتساوي (او اقل من) مجموع كتل مكوناتها من البروتونات والنيوترونات عندما تكون منفصلة؟

ج/ أن هذا الفرق في الكتلة (Δm) والذي يسمى بالنقص الكتلي ، وجد انه يكافئ طاقة الربط النووية (E_b) حسب علاقة اينشتاين في تكافؤ (الكتلة - الطاقة) اي ان:



$$E_b = \Delta mc^2$$



مثال: عند قياس كتلة نواة الديوترون (^2_1H) **والتي تتكون من بروتون واحد ونيوترون واحد. وجد انها تساوي** (2.013553u) **وهي اقل من مجموع كتلة البروتون** (1.007276u) **وكتلة النيوترون** (1.008665u) **والذي يساوي** (2.015941u) **عندما يكونان منفصلين، وبذلك يكون الفرق او النقص الكتلي** (Δm) **يساوي** (0.002388u):

$\Delta m = 2.015941u - 2.013553u = 0.002388u$

يمكن ايجاد طاقة الربط النووية (E_b) **وبوحدة** (MeV) **من علاقة:** $(E_b = \Delta mc^2)$. **حيث ان:** $(c^2 = 931\frac{MeV}{u})$

$$E_b = \Delta mc^2 = 0.002388u \times 931\frac{MeV}{u} = 2.223MeV$$

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728

انتباه!! ➢ **من الناحية العملية فانه يكون اكثر مناسبا استعمال كتل الذرات بدلا من استعمال كتل النوى، إذ يعطى النقص الكتلي (Δm) في هذه الحالة بالعلاقة:**

$$\Delta m = ZM_H + NM_n - M$$

أذ ان: Z : العدد الذري.
N : العدد النيوتروني (عدد النيوترونات).
M_H : كتلة ذرة الهيدروجين.
M_n : كتلة النيوترون.
M : كتلة الذرة المعينة.

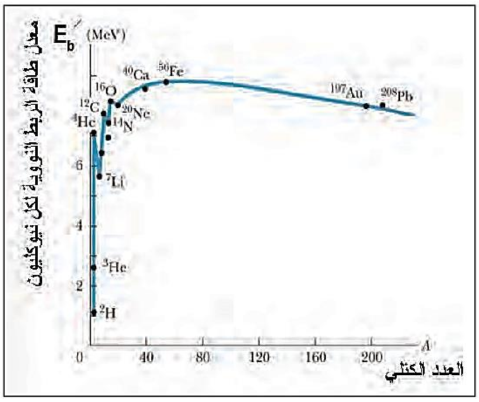
انتباه!! ➢ **تصبح معادلة طاقة الربط النووية للنواة (E_b)، على الشكل الاتي::**

$$E_b = (ZM_H + NM_n - M)c^2$$

انتباه!! ➢ **معدل (متوسط) طاقة الربط النووية لكل نيوكليون $(É_b)$: هي حاصل قسمة طاقة الربط النووية (E_b) على العدد الكتلي (A) ويعطى وفق العلاقة الآتية:**

$$É_b = \frac{E_b}{A}$$

س/ وضح كيف تتغير قيمة معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون $(É_b)$ مع تغير العدد الكتلي (A) للنوى؟



1) الشكل البياني التالي يوضح تغير قيمة $(É_b)$ مع (A)، ويلاحظ من هذا الشكل ان المنحني يكون بصورة عامة ثابت نسبيا باستثناء النوى الخفيفة مثل نواة الديوترون $({}^2_1H)$ والنوى الثقيلة مثل نواة الرصاص $({}^{208}_{82}Pb)$.

2) يمكن ملاحظة ان النوى المتوسطة تمتلك اكبر القيم إلى معدل طاقة الربط النووية $(É_b)$ ، مثل نواة الحديد $({}^{56}_{26}Fe)$، وبذلك تكون النوى المتوسطة عادة هي الاكثر استقرارا.

3) النوى الخفيفة والنوى الثقيلة تستطيع ان تصبح اكثر استقرارا اذا وجد تفاعلا نوويا معينا يستطيع ان ينقلها الى منطقة النوى المتوسطة. يعني ذلك (اذا توافرت ظروف مناسبة فأن النوى الثقيلة اذا انشطرت الى نوى متوسطة فإنها تصبح اكثر استقرارا وبالعكس اذا اندمجت النوى الخفيفة لتكوين نوى اثقل فانها تصبح اكثر استقرارا أيضا، وفي كلتا العمليتين سوف تتحرر طاقة).

س/(ت 2014)/ **كيف تستطيع النوى الثقيلة ان تصبح اكثر استقرارا؟**

ج/ اذا انشطرت الى نوى متوسطة (أنشطار نووي).

س/(ت 2014)/ **كيف تستطيع النوى الخفيفة ان تصبح اكثر استقرارا؟**

ج/ اذا اندمجت النوى الخفيفة (اندماج نووي).

الانحلال الاشعاعي

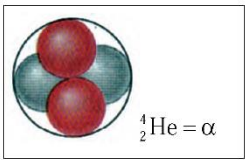
س/(د2 2013) (ت 2016)/ ما المقصود بالانحلال الاشعاعي؟

ج/ **الانحلال الاشعاعي:** هي أنحلال بعض النوى العناصر التي تكون غير مستقرة (مشعة) لكي تكون مستقرة.

س/(ت 2016)/ ماهي الانواع الرئيسية للأنحلال الاشعاعي؟

ج/ (1) انحلال الفا. (2) انحلال بيتا. (3) انحلال كاما.

1. أنحلال الفا (α)



س/ متى تعاني النواة غير المستقرة انحلال الفا التلقائي؟

ج/ عندما تكون كتلة النواة وحجمها كبيرين نسبيا. لذلك ان انبعاث جسيمة (دقيقة) الفا من هذه النوى يساعدها على الحصول على استقرارية أكبر عن طريق تقليص حجمها وكتلتها.

س/ ما المقصود بجسيمة الفا؟ وممن تتكون؟ وكم يبلغ عددها الذري وعددها الكتلي؟

ج/ **جسيمة الفا:** هي نواة ذرة الهيليوم وتتكون من بروتوتين ونيوترونين وتمثل بالرمز $(^{4}_{2}H)$ او (α) وهي ذات شحنة موجبة تساوي ضعف شحنة البروتون $(+2e)$. عددها الذري اثنين وعددها الكتلي اربعة.

س/ على ماذا يطلق على النواة الاصلية قبل الانحلال والنواة الناتجة بعد الانحلال ؟

ج/ يطلق على النواة الاصلية قبل الانحلال مصطلح النواة الام اما النواة الناتجة بعد الانحلال فيطلق عليها مصطلح النواة الوليدة او البنت.

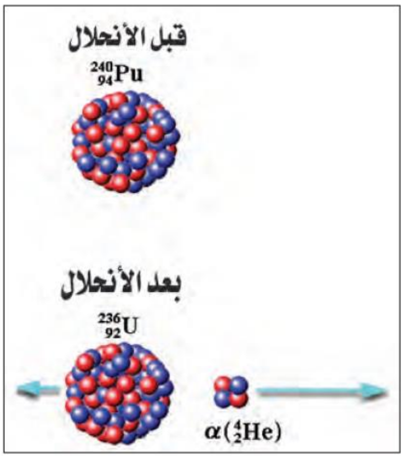
المعادلة النووية لانحلال نواة تلقائيا بوساطة انحلال الفا:

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow \, ^{A-4}_{Z-2}Y + \, ^{4}_{2}He$$

(نواة الام) (النواة الوليدة) (جسيمة الفا)

كمثال على انحلال جسيمة الفا : مثل نواة البلوتونيوم $(^{240}_{94}Pu)$ تنحل تلقائيا بوساطة انحلال الفا الى نواة اليورانيوم $(^{236}_{92}U)$ وجسيمة الفا (نواة الهيليوم) وكما يلي :

$$^{240}_{94}Pu \longrightarrow \, ^{236}_{92}U + \, ^{4}_{2}He$$



س/ما الذي يفعله انحلال الفا في قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الام؟

ج/ ينقص العدد الكتلي بمقدار اربعة وينقص العدد الذري بمقدار اثنين.

س/ في انحلال الفا لماذا تتحول نواة العنصر الى نواة عنصر اخر؟

ج/ وذلك بسبب تغير العدد الذري للنواة الام.

انتباه!!

➢ **يمكننا ايجاد طاقة الانحلال لنواة تنحل بوساطة انحلال الفا اذا أفترضنا بان كتلة النواة الام هي (M_P) (عادة ساكنة ابتدائيا) وكتلة النواة الوليدة هي (M_d) وكتلة جسيمة الفا هي (M_α)، فان طاقة انحلال الفا (Q_α) تعطى وفق العلاقة التالية:**

$$Q_\alpha = [M_P - M_d - M_\alpha]c^2$$

انتباه!!

- ❖ **عندما تقاس الكتل الذرية بوحدة (u) إذ إن $(c^2 = 931\frac{MeV}{u})$، فإن وحدة (Q_α) هي (MeV).**
- ❖ **ان الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بوساطة انحلال الفا هو ان تكون قيمة طاقة الانحلال (Q_α) موجبة، اي إن $(Q_\alpha > 0)$.**
- ❖ **ان جسيمة الفا (ذات الكتلة الاقل مقارنة بكتلة النواة الوليدة) سوف تمتلك سرعة وطاقة حركية اكبر من السرعة والطاقة الحركية للنواة الوليدة وذلك بحسب قانون حفظ (الطاقة-الكتلة) وقانون حفظ الزخم الخطي.**

س/ (د1خا 2013) **ماهو الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بوساطة انحلال الفا؟**

ج/ الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بوساطة إنحلال الفا هو ان تكون قيمة طاقة الانحلال (Q_α) موجبة، اي إن $(Q_\alpha > 0)$.

أعداد

الأستاذ علي جعفر هادي

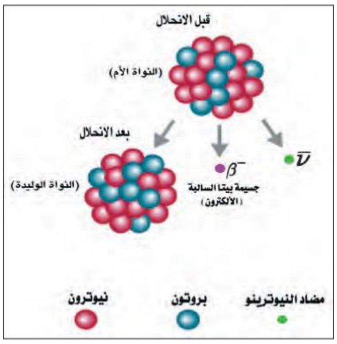
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية

07700735728

2. أنحلال بيتا

س/ ما المقصود بأنحلال بيتا؟ وماهي طرائق انحلاله (د2 2013) **؟**

ج/ أنحلال بيتا: هو الانحلال الاشعاعي التلقائي الثاني والذي من خلاله تستطيع بعض النوى الوصول الى حالة اكثر استقرارا. وتوجد ثلاث طرائق تنحل بها بعض النوى تلقائيا بانحلال بيتا وهي:

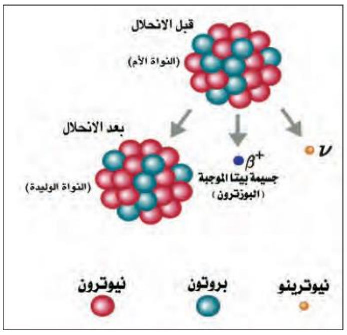


1) **انبعاث جسيمة (دقيقة) بيتا السالبة (او الالكترون): ويرمز لها بالرمز (β^-) او ($_{-1}^{0}e$) وهي ذات شحنة سالبة (−e) وتسمى هذه العملية انحلال بيتا السالبة.**

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + \beta^- + {}_{0}^{0}\overline{\nu}$$

(نواة الام) (النواة الوليدة) (جسيم بيتا السالب β^-) (مضاد النيوترووينو)

كمثال على انحلال جسيمة بيتا السالب (β^-): $_{29}^{64}Cu \longrightarrow {}_{30}^{64}Zn + \beta^- + \overline{\nu}$



2) **أنبعاث جسيمة(دقيقة) بيتا الموجبة (او البوزترون): ويرمز لها بالرمز (β^+) او ($_{+1}^{0}e$) وهي ذات شحنة موجبة (+e) وتسمى هذه العملية انحلال بيتا الموجبة.**

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + \beta^+ + {}_{0}^{0}\nu$$

(نواة الام) (النواة الوليدة) (جسيم بيتا الموجب β^+) (النيوترووينو)

كمثال على انحلال جسيمة بيتا الموجب (β^+): $_{7}^{13}N \longrightarrow {}_{6}^{13}C + \beta^+ + \nu$

3) **عملية الاسر الالكتروني: هي عملية اسر (اقتناص) النواة لاحد الالكترونات الذرية المدارية الداخلية.**

$$_{Z}^{A}X + {}_{-1}^{0}e \longrightarrow {}_{Z-1}^{A}Y \quad {}_{0}^{0}\nu$$

كمثال على الاسر الالكتروني:

$$_{20}^{41}Ca + {}_{-1}^{0}e \longrightarrow {}_{19}^{41}K + \nu$$

س/ ما المقصود بالبوزترون؟

ج/ بوزترون: هو عبارة عن جسيم يمتلك جميع صفات الالكترون الا ان اشارة شحنته موجبة كما يطلق عليه ايضا مضاد الالكترون.

س/ ما المقصود بالنيوترينو؟

ج/ النيوترينو: جسيم يرافق انحلال بيتا الموجبة تكون شحنته وكتلته السكونية تساوي صفرا.

س/ (د1 2015) **ما المقصود بمضاد النيوترينو؟**

ج/ مضاد النيوترينو: جسيم يرافق انحلال بيتا السالبة تكون شحنته وكتلته السكونية تساوي صفرا.

س/ ماذا يرافق انحلال بيتا الموجبة؟

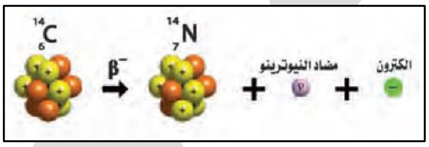
ج/ انبعاث جسيم يسمى النيوترينو (شحنته وكتلته السكونية تساوي صفر) ويرمز له بالرمز ($^{0}_{0}v$) او (v) اذ ان العدد الذري والعدد الكتلي له يساويان صفر.

س/ ماذا يرافق انحلال بيتا السالبة؟

ج/ انبعاث جسيم يسمى مضاد النيوترينو ويرمز له بالرمز ($^{0}_{0}\bar{v}$) او ($\bar{v}$) اذ ان العدد الذري والعدد الكتلي له يساويان صفر ايضا.

س/ بما ان النواة اساسا لا تحتوي على الالكترونات فكيف يمكن لها ان تبعث الالكترونا ؟.

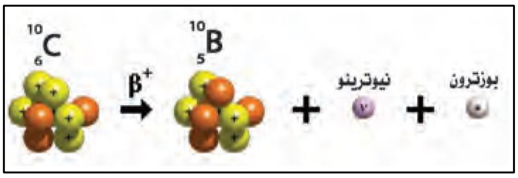
ج/ عندما تبعث النواة الالكترون فهو نتاج انحلال احد نيوترونات النواة الى بروتون والكترون ومضاد النيوترينو. ويحدث هذا الانحلال بسبب ان نسبة عدد نيوترونات الى عدد بروتونات النواة هي اكبر من النسبة اللازمة لاستقرارها. ويعبر عن هذا الانحلال بالمعادلة النووية الاتية:



$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + \beta^{-} + {}^{0}_{0}\bar{v} \quad , \quad {}^{0}_{-1}e = \beta^{-}$$

س/ بما ان النواة اساسا لا تحتوي على البوزترونات فكيف يمكن لها ان تبعث بوزترونا ؟.

ج/ عندما تبعث النواة البوزترون فهو نتاج انحلال احد بروتونات النواة الى نيوترون وبوزترون ونيوترينو. ويحدث هذا الانحلال بسبب ان نسبة عدد نيوترونات الى عدد بروتونات النواة هي أصغر من النسبة اللازمة لاستقرارها. ويعبر عن هذا الانحلال بالمعادلة النووية الاتية:



$$^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + \beta^{+} + {}^{0}_{0}v \quad , \quad {}^{0}_{+1}e = \beta^{+}$$

س/ ما الذي يفعله انحلال بيتا السالبة في قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الام؟

ج/ في انحلال بيتا السالبة فان العدد الكتلي للنواة الام يبقى نفسه (لا يتغير) والعدد الذري يزداد بمقدار واحد.

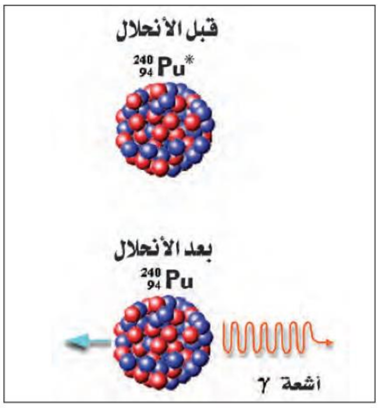
س/ ما الذي يفعله انحلال بيتا الموجبة في قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الام؟

ج/ في انحلال بيتا الموجبة العدد الكتلي يبقى ثابتا والعدد الذري ينقص بمقدار واحد.

س/ ما الذي يفعله الاسر الالكتروني في قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الام؟

ج/ في الاسر الالكتروني فان العدد الكتلي يبقى ثابتا والعدد الذري ينقص بمقدار واحد.

3. أنحلال كاما



س/ ما المقصود بانحلال كاما؟

ج/ **انحلال كاما:** هو الانحلال الاشعاعي التلقائي الثاني والذي من خلاله تستطيع بعض النوى الوصول الى حالة اكثر استقرارا بانبعاث اشعة كاما عندما تتخلص بعض النوى من الطاقة الفائضة لديها.

س/ غالبا ما تترك بعض النوى في حالة (اومستو) اثارة أي لديها طاقة فائضة وذلك بعد معاناتها انحلال الفا او انحلال بيتا، فكيف يمكن لمثل هذه النوى تلقائيا ان تصل الى حالة اكثر استقرار؟

ج/ يمكن لمثل هذه النوى ان تتخلص من الطاقة الفائضة بانحلال كاما (وهو الانحلال الاشعاعي التلقائي الثالث والوصول الى حالة اكثر استقرارا وذلك بانبعاث اشعة كاما فلو ان النواة انتقلت من مستو طاقة عالي الى مستو طاقة منخفض فان اشعة كاما (فوتون) سوف ينبعث وتكون طاقة الفوتون تساوي فرق الطاقة بين المستويين.

س/ ما المقصود بأشعة كاما؟

ج/ هي اشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) ذات طاقة عالية او تردد عالي، كتلتها السكونية وشحنتها تساوي صفر ويرمز لها بالرمز (γ) او $(^{0}_{0}\gamma)$ ، اذ ان العدد الذري والعدد الكتلي لها يساوي صفر.

- **المعادلة النووية العامة لنواة تعاني انحلال كاما :**

$$^{A}_{Z}X^* \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$$

(نواة الام المتهيجة) (النواة الوليدة) (اشعة كاما)

اشارة النجمة (*) تبين ان النواة هي في حالة اثارة او تهيج).

كمثال على انحلال اشعة كاما :

$$^{240}_{94}P^* \longrightarrow {}^{240}_{94}P + {}^{0}_{0}\gamma$$

- ➢ وكما هو واضح من معادلة الانحلال النووي لنواة البلوتونيوم المتهيجة ($^{240}_{94}P^*$) السابقة فإن العدد الكتلي والعدد الذري يبقى ثابتا في انحلال كاما.

س/ ما الذي يفعله انحلال كاما في قيم العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الام؟

ج/ في انحلال كاما العدد الكتلي يبقى ثابتا والعدد الذري يبقى ثابتا.

انتباه!!

➢ **ويمكن التعبير عن علاقة طاقة اشعة كاما او طاقة الفوتون (E) بالتردد (f) كما يأتي:**

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad , \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

حيث أن

λ: **طول موجة الفوتون الساقط.**

h : **تمثل ثابت بلانك** = $(6.63 \times 10^{-34} J.S)$.

c : **سرعة الضوء** = $(3 \times 10^{8} \frac{m}{s})$.

التفاعلات النووية

- ان تركيب النواة يتغير وذلك عندما تعاني النواة انحلالا اشعاعيا تلقائيا بوساطة انحلال الفا او انحلال بيتا.

س/ هل يمكننا ان نغير من تركيب النواة عند قذفها بجسيمات نووية ذات طاقة معينة؟

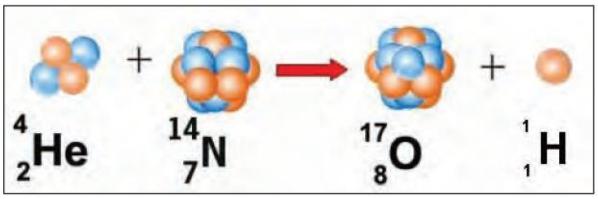
ج/ نعم يمكننا ذلك، اذ ان اول من برهن على حدوث هذا التفاعل النووي المحتث (الاصطناعي) هو العالم رذرفورد، لاحظ، وبحسب معادلة التفاعل النووي الاتية:

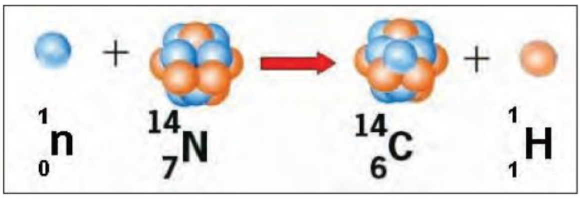
$^{4}_{2}He$	+	$^{14}_{7}N$	$\rightarrow$	$^{17}_{8}O$	+	$^{1}_{1}H$
(جسيمة الفا)		(نواة النيتروجين)		(نواة الاوكسجين)		(بروتون)

➢ **وفي حال المعادلات النووية فانه يجب ان يكون مجموع الاعداد الذرية ومجموع الاعداد الكتلية متساويين في طرفي المعادلة النووية، اي ان المعادلة النووية يجب ان تكون موزونة.**

س/ مالمقصود بالتفاعل النووي؟

ج/ التفاعل النووي:- هو ذلك التفاعل الذي يحدث تغيرا في خصائص وتركيب النواة الهدف. فمثلا عند قذف (قصف) نواة النيتروجين ($^{14}_{7}N$) بوساطة جسيم النيوترون ($^{1}_{0}n$) فانه يمكن الحصول على نواة الكاربون ($^{14}_{6}C$) وجسيم البروتون ($^{1}_{1}H$) . لاحظ الشكل





س/(د1خا 2014) / ما قوانين الحفظ التي يجب ان تتحقق في التفاعلات النووية؟

ج/

(1) **قانون حفظ (الطاقة – الكتلة).**
(2) **قانون حفظ الزخم الخطي.**
(3) **قانون حفظ الزخم الزاوي.**
(4) **قانون حفظ الشحنة الكهربائية (او قانون حفظ العدد الذري).**
(5) **قانون حفظ عدد النيوكليونات (او قانون حفظ العدد الكتلي).**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

طاقة التفاعل النووي

س/ كيف يمكن ايجاد طاقة التفاعل النووي (Q) بصورة عامة؟

ج/ يمكن ذلك اذا افترضنا ان تفاعلا نوويا تقذف فيه النواة الهدف (X) (عادة ساكنة ابتدائيا) والتي كتلتها (M_X) بالجسيم الساقط (المقذوف) (a) والذي كتلته (M_a) لينتج نواة (Y) والتي كتلتها (M_Y) والجسيم (a) الذي كتلته (M_b) يمكن التعبير عن هذا التفاعل النووي بالمعادلة النووية الآتية :

$$a \quad + \quad X \quad \longrightarrow \quad Y \quad + \quad b$$

(الجسيم المقذوف او الساقط) (نواة الهدف) (النواة الناتجة) (الجسيم الناتج)

- إن قيمة طاقة التفاعل النووي (Q) يمكن ايجادها من العلاقة:

$$Q = [(M_a + M_X) - (M_Y + M_b)]c^2$$

Or

$$Q = [M_a + M_X - M_Y - M_b]c^2$$

❖ عندما تقاس الكتل الذرية بوحدة (u) إذ إن $(c^2 = 931 \frac{MeV}{u})$، فإن وحدة (Q_α) هي (MeV).

س/ ماذا هو نوع التفاعل النووي في حالة : (1) قيمة (Q) موجبة $(Q > 0)$. (2) قيمة (Q) سالبة $(Q < 0)$

ج/ (1) يسمى التفاعل النووي بالتفاعل المحرر للطاقة.

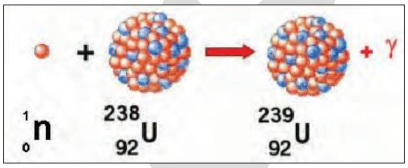
(2) يسمى التفاعل النووي بالتفاعل الماص للطاقة.

س/ لماذا يستطيع النيوترون الدخول الى النواة بسهولة جدا اكثر بكثير من جسيمات الفا او البروتونات؟

ج/ وذلك لان شحنته تساوي صفر لذلك تنعدم قوة كولوم الكهربائية التنافرية بينه وبين النواة.

س/ علل / (د1 2014) (د3 2014) / **تعد النيوترونات قذائف مهمة في التفاعلات النووية ؟**

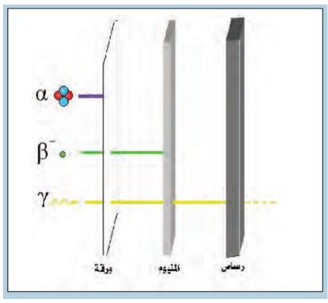
ج/وذلك لان شحنة النيوترون تساوي صفرا وهو بذلك يستطيع ان يدخل الى النواة بسهولة جدا (اكثر بكثير من جسيمات الفا او البروتونات مثلا) وذلك لعدم وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية بينه وبين النواة.



س/ قارن بين جسيمات الفا وجسيمات بيتا السالبة واشعة كاما من حيث قدرتها على تأين المواد؟

ج/ ان جسيمات الفا لها القدرة الاكبر على تأين المواد. تليها جسيمات بيتا السالبة والاقل منهما قدرة هي اشعة كاما.

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
07700735728



س/ قارن بين اشعة كاما وجسيمات بيتا السالبة وجسيمات الفا من حيث قدرتها على اختراق المواد؟

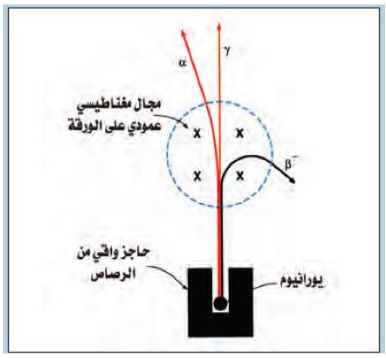
ج/ ان اشعة كاما لها القدرة الاكبر على اختراق المواد. تليها جسيمات بيتا السالبة والاقل منهما قدرة هي جسيمات الفا (فهي عادة لا تخترق الملابس وجلد الانسان).

س/ علام يدل انحراف جسيمات الفا باتجاه معين بتأثير مجال كهربائي اومجال مغناطيسي؟

ج/ يدل على انها موجبة الشحنة.

س/ علام يدل انحراف جسيمات بيتا السالبة باتجاه معين بتأثير مجال كهربائي اومجال مغناطيسي؟

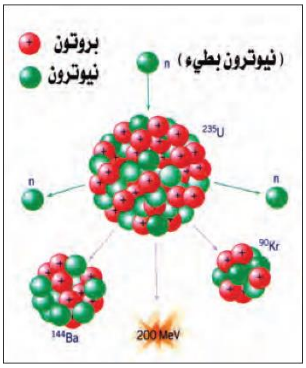
ج/ يدل على انها سالبة الشحنة.



س/ علام يدل عدم انحراف اشعة كاما بتأثير المجال الكهربائي او المجال المغناطيسي؟

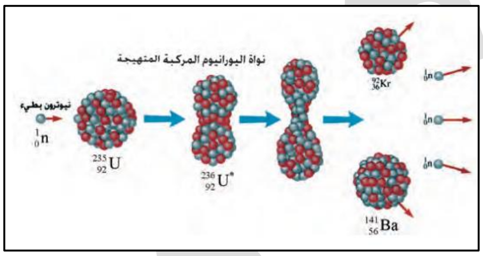
ج/ يدل على انها غير مشحونة (او شحنتها تساوي صفر).

الانشطار النووي



س/ (د2 2013)/ **ما المقصود بالانشطار النووي؟**

ج/ الانشطار النووي: هو تفاعل نووي تقسم فيه نواة ثقيلة (مثل نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$) الى نواتين متوسطتين بالكتلة وذلك عن طريق قصف هذه النواة الثقيلة بوساطة نيوترون بطيء (نيوترون حراري) ، وهو ذو طاقة صغيرة حوالي(0.025eV).



- **وعادة ما تتكون نتيجة الانشطار النووي نوى جديدة مشعة وعدد من النيوترونات (نموذجيا اثنان او ثلاثة) فضلا عن الطاقة الهائلة .**

س/ (د1 2014)/ **من اين تأتي الطاقة الهائلة الناتجة عن الانشطار النووي؟**

ج/ تأتي هذه الطاقة من حقيقة كون مجموع الكتل الناتجة هي اقل من مجموع الكتل المتفاعلة اذ تتحول الكتلة المفقودة الى طاقة هائلة على وفق علاقة اينشتاين الخاصة بتكافؤ (الكتلة – الطاقة) .

- **مثلا تتحرر طاقة تقدر بنحو (200MeV) عند انشطار نواة واحدة فقط من اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) ولذلك فان الطاقة المتحررة من الانشطار النووي هي مثلا اكبر بكثير من الطاقة المتحررة من التفاعلات الكيميائية.**
- **ومن احد الامثلة المحتملة على تفاعلات انشطار نواة اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) بوساطة نيوترون بطيء هو التفاعل الاتي:**

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$$

(يمثل الرمز ($^{236}_{92}U^{*}$) نواة اليورانيوم المركبة المتهيجة)

التفاعل النووي المتسلسل

س/ (ت 2015) (د1ن 2015) / **ما المقصود بالتفاعل النووي المتسلسل؟**

ج/ التفاعل النووي المتسلسل: هو التفاعل النووي الذي يجعل عملية انشطار نوى اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) وغيرها من النوى القابلة للانشطار ان تستمر بالتفاعل النووي المتسلسل.

س/ على اي اساس بنيت القنبلة النووية (شائعا الذرية او تسمى القنبلة الانشطارية)؟

ج/ في حالة لم يسيطر على التفاعل النووي المتسلسل يؤدي ذلك الى انشطار عنيف مدمر مع انبعاث كمية هائلة من الطاقة.

س/ (ت 2013) (د2خ 2014) / **ماذا يحصل إذا لم يسيطر على التفاعل النووي المتسلسل؟**

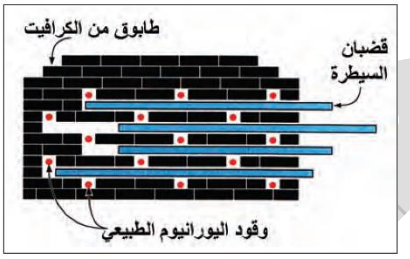
ج/ أن ذلك سوف يؤدي الى انفجار عنيف مدمر مع انبعاث كمية هائلة من الطاقة. وقد صنعت القنبلة النووية (شائعا الذرية) والتي غالبا ما تدعى أيضا بالقنبلة الانشطارية بناءا على هذه الحالة.

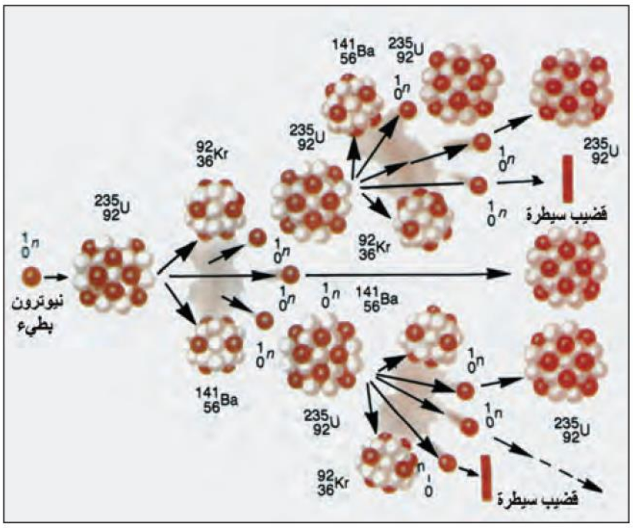
انتباه!!

- **اول تفاعل نووي انشطاري متسلسل مسيطر عليه من قبل الانسان كان اجراه العالم فيرمي ومساعدوه وذلك في اول مفاعل نووي شُغّل في مدينة شيكاغو في الولايات المتحدة الامريكية عام (1942).**
- **يستفاد حاليا وبشكل واسع من المفاعلات النووية وللاغراض السلمية مثلا في انتاج الطاقة الكهربائية.**

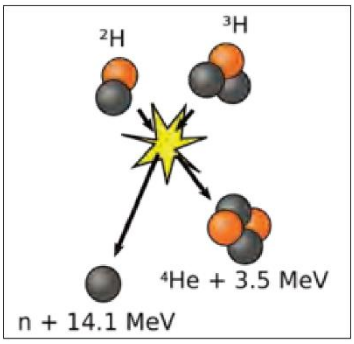
س/ ما المقصود بالمفاعل النووي ؟

ج/ المفاعل النووي : عبارة عن مجموعة من المنظومات التي تسيطر على التفاعل النووي الانشطاري المتسلسل للوقود النووي (مثل اليورانيوم $^{235}_{92}U$ او البلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$) والطاقة الناتجة منه.





الاندماج النووي



س/ ما مصدر طاقة الشمس التي تغمر بها الارض ومن عليها من احياء بالضوء والحرارة؟

ج/ ان هذه الطاقة الهائلة ناتجة من تفاعل نووي يسمى الاندماج النووي.

س/ (د2 2013)/ ما المقصود بالاندماج النووي؟

ج/ **الاندماج النووي**: هو تفاعل نووي تدمج فيه نواتان صغيرتان (خفيفتان بالكتلة) لتكوين نواة أثقل وتكون كتلة النواة الاثقل هي اقل من مجموع كتلتي النواتين الخفيفتين الاصليتين وفرق الكتلة يتحول الى طاقة متحررة وذلك على وفق علاقة اينشتاين الخاصة بتكافؤ (الكتلة – الطاقة).

س/ ما هي العمليات والتفاعلات النووية الرئيسية لانتاج الطاقة الهائلة في الشمس؟

ج/ تعد سلسلة عمليات او تفاعلات اندماج نوى ذرات الهيدروجين الاعتيادي (البروتونات) لتوليد نواة ذرة الهيليوم ($^4_2$He) هي العمليات الرئيسية التي تحدث في باطن الشمس (حيث درجة الحرارة هي حوالي 1.5×10^7 K) وذلك ضمن سلسلة او دورة تسمى دورة (بروتون – بروتون).

س/ هل الطاقة التي يحررها الاندماج النووي اكبر او اصغر من الطاقة التي يحررها الانشطار النووي لكتل متساوية من الوقود النووي؟

ج/ الطاقة التي يحررها الاندماج النووي اكبر من الطاقة التي يحررها الانشطار النووي لكتل متساوية من الوقود النووي. ان هذه الحقيقة قد طبقت عسكريا عند انتاج القنبلة الاندماجية والتي تسمى أيضا بالقنبلة الهيدروجينية

س/ هل القنبلة الهيدروجينية من التفاعلات النووية الاندماجية غير المسيطر عليها ام من التفاعلات النووية الاندماجية المسيطر عليها؟

ج/ القنبلة الهيدروجينية هي من التفاعلات النووية الاندماجية غير المسيطر عليها.

س/ ايهما اكثر خطرا واشد فتكا القنبلة النووية (الانشطارية) ام القنبلة الهيدروجينية (القنبلة الاندماجية)؟

ج/ القنبلة الهيدروجينية اعظم خطرا واشد فتكا من القنبلة النووية (الانشطارية) وذلك لان الاندماج النووي يحرر طاقة اكبر من الطاقة التي يحررها الانشطار النووي لكتل متساوية من الوقود النووي.

س/ ماذا يطلق على التفاعل النووي الاندماجي المسيطر عليه ؟ ولماذا ؟

ج/ يطلق عليه (مصدر الطاقة الذي لا ينضب) لان مصدر الوقود النووي المستعمل (الهيدروجين) هو متاح وميسر وهو الماء المتوفر بكثرة في الكرة الارضية.

س/ لماذا يعد الاندماج النووي مصدرا للطاقة النظيفة نوعا ما ؟

ج/ لان نواتج الاندماج النووي غير مشعة بعكس نواتج الانشطار النووي التي تكون مشعة. مثل الهيليوم الذي يكون ناتج غير مشع.

س/ (د2 2013) / ما العائق الرئيس للحصول على طاقة مفيدة من الاندماج النووي؟

ج/ ان العائق الرئيسي للحصول على طاقة مفيدة من الاندماج النووي هو وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية الكبيرة بين البروتونات والنوى المتفاعلة عندما تكون المسافة بينهم قصيرة.

ولأجل اعطاء البروتونات والنوى المتفاعلة طاقة كافية للتغلب على قوة كولوم الكهربائية التنافرية فإنه يتطلب رفع درجة حرارة التفاعل النووي الى درجة حرارة مرتفعة جدا (حوالي 10^8 K) حيث يصبح الوسط المعول عليه في مثل هذه الدرجات الحرارية العالية هو ما يسمى بالبلازما (الحالة الرابعة للمادة). ولكن لاتوجد مادة معروفة في الوقت الحاضر لها القدرة على تحمل مثل هذه الحرارة العالية جدا.

س/ ماذا يتطلب لأجل اعطاء البروتونات والنوى المتفاعلة طاقة كافية للتغلب على قوة كولوم الكهربائية التنافرية؟

ج/ يتطلب رفع درجة حرارة التفاعل النووي الى درجة حرارة عالية جدا (حوالي 10^8 K) حيث يصبح الوسط المعول عليه في مثل هذه الدرجات العالية هو ما يسمى بالبلازما (الحالة الرابعة للمادة). ولكن لا توجد مادة معروفة في الوقت الحاضر لها القدرة على تحمل مثل هذه الحرارة العالية جدا.

س/ ماهي الطرق الجديدة التي ابتكارها العلماء والباحثون لاحتواء البلازما المتفاعلة واللازمة للاندماج النووي؟

ج/ عن طريق استخدام المجال المغناطيسي لحصر البلازما داخل حاوية ولكن بعيدا عن جدرانها (مثل جهاز التوكاماك) ولو امكن التوصل الى تفاعل نووي اندماجي مسيطر عليه لأصبحت المفاعلات النووية الاندماجية من اهم مفاعلات المستقبل.

س/ما المقصود بجهاز التوكاماك ؟

ج/ **جهاز التوكاماك :** وهو جهاز يتم فيه استعمال المجال المغناطيسي لحصر البلازما داخل حاوية ولكن بعيدا عن جدرانها.

س/ ما الفائدة العملية من جهاز التوكاماك ؟

ج/ لاحتواء البلازما المتفاعلة واللازمة للاندماج النووي.

مخاطر وفوائد الاندماج النووي

س/ تقسم مصادر الاشعاع النووي الى مصدرين رئيسيين، ما هما؟

ج/ (1) **مصادر الاشعاع النووي الخلفي الطبيعي :** وتشتمل على الاشعة الكونية والاشعاع النووي من القشرة الارضية وكذلك النشاط الاشعاعي في جسم الانسان.

(2) **مصادر الاشعاع النووي الخلفي الاصطناعي :** ومنها المصادر النووية المشعة المستعملة في الطب لغرض التشخيص والعلاج ، والنفايات النووية المشعة ، والغبار النووي المتساقط من اختبارات الاسلحة النووية ، الاشعاعات النووية المنتجة من المفاعلات النووية ، واستعمال المصادر النووية المشعة في البحوث والدراسات.

س/ علام تعتمد درجة ونوع الضرر الذي يسببه الاشعاع النووي؟

ج/ تعتمد على :

(1) نوع الاشعاع (اشعة كاما او جسيمات الفا او جسيمات بيتا).

(2) طاقة الاشعاع.

(3) العضو المعرض لهذا الاشعاع (كبد او عظم او عين ... الخ).

س/ (د1 2013) (ت 2015)/ ما تأثير ومخاطر الاشعاع النووي على جسم الانسان؟ وضح ذلك.

ج/ تعتمد درجة ونوع الضرر الذي يسببه الإشعاع النووي على عدة عوامل منها نوع الإشعاع (كأشعة كاما أو جسيمات ألفا ... ألخ)، وطاقة هذا الإشعاع والعضو المعرض لهذا الإشعاع (كبد أو عظم أوعين ... ألخ)،

حيث ينتج التلف الاشعاعي في جسم الانسان في المقام الاول من تأثير التأين في خلايا الجسم المختلفة. ويؤدي الضرر في خلايا الجسم الاعتيادية الى تأثيرات مبكرة مثل التهاب الجلد أو تأثيرات متأخرة مثل مرض السرطان (تأثيرات جسدية). اما الأضرار التي تحدث في الخلايا التناسلية فيمكن ان تودي الى حدوث ولادات مشوهة ويمكن ان ينتقل الضرر الى الأجيال اللاحقة (تأثيرات وراثية).

س/ ما هو الاجراء الاحترازي اللازم اتخاذه لكي نقي انفسنا من مخاطر الاشعاع النووي الخارجي الذي قد يمكن ان نتعرض له اضطراريا؟ وضح ذلك.

ج/ في حالة التعرض للإشعاع النووي اضطراريا فإنه يجب ابقاء التعرض الى اقل مايمكن، ويمكن تحقيق ذلك من خلال:

(1) تقليل زمن التعرض للإشعاع النووي الى اقل مايمكن.

(2) الابتعاد عن مصدر الاشعاع النووي اكثر مايمكن.

(3) استعمال الحواجز الواقية والملائمة (درع) بين الانسان ومصدر الاشعاع النووي (استعمال مادة الرصاص مثلا).

س/ (د1 2015) / ما هي التطبيقات والاستعمالات المفيدة والسلمية للإشعاع النووي والطاقة النووية؟

ج/

(1) <u>في المجال الطبي:</u> في القضاء على بعض الكائنات المرضية التي تسبب بعض الامراض كالفيروسات و في تعقيم بعض المستلزمات الطبية.

(2) <u>تستعمل في المجال الزراعي:</u> دراسة فسلجة النبات وتغذيته وحفظ المواد الغذائية.

(3) <u>تستعمل في المجال الصناعي:</u> في تسيير المركبات الفضائية، وتسيير السفن البحرية والغواصات.

هل تعلم

أن أول عملية توليد للطاقة الكهربائية من الطاقة النووية كانت في عام 1951، والان يوجد اكثر من ثلاثين بلداً يستثمر الطاقة النووية لتوليد الطاقة الكهربائية.

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

الفصل العاشر أمثلة عن الفيزياء النووية

أمثلة

س1/ (ت 2016)/جد مقدار شحنة نواة الذهب $({}^{198}_{79}\mathrm{Au})$ مع العلم ان شحنة البروتون تساوي $(1.6 \times 10^{-19}\mathrm{C})$.

$Z = 79 \ , \ A = 198$

$q = Ze = 79 \times 1.6 \times 10^{-19} = 126.4 \times 10^{-19}\mathrm{C}$

س2/ جد نصف قطر نواة النحاس $({}^{64}_{29}\mathrm{Cu})$. بوحدة (a) المتر (m) (b) الفيرمي (F) .

$Z = 29 \ , \ A = 64$

$R = r_o \sqrt[3]{A} = 1.2 \times 10^{-15} \sqrt[3]{64} = 1.2 \times 10^{-15} \times 4 = 4.8 \times 10^{-15} m$

$R = \dfrac{4.8 \times 10^{-15}}{10^{-15}} = 4.8 \ \mathrm{F}$

س3/ جد طاقة الربط النووية لنواة النيتروجين $({}^{14}_{7}\mathrm{N})$ بوحدة (MeV). اذا علمت ان كتلة ذرة $({}^{14}_{7}\mathrm{N})$ تساوي (14.003074u) وكتلة ذرة الهيدروجين (1.007825u) وكتلة النيوترون (1.008665u). جد ايضا معدل طاقة الربط لكل نيوكليون.

$Z = 7 \ , \ A = 14 \ , N = A - Z = 14 - 7 = 7$

$E_b = (ZM_H + Nm_n - M)\, c^2$

$E_b = (7 \times 1.007825 + 7 \times 1.008665 - 14.003074) \times 931$

$E_b = (52.4069 + 74.6411 - 125.903322) \times 931 = 1.144788 \times 931$

$E_b = 0.112356 \times 931 = 104.603\mathrm{MeV}$

$$E_b' = \frac{E_b}{A} = \frac{104.603 \ \mathrm{MeV}}{14} = 7.472 \ \frac{\mathrm{MeV}}{nucleon} = 7.472 \ \mathrm{MeV}$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

س4/ برهن على ان نواة الراديوم $\left({}^{226}_{88}Ra\right)$ تحقق شرط الانحلال التلقائي الى نواة الرادون $\left({}^{222}_{86}Rn\right)$ بوساطة انحلال الفا. اكتب ايضا المعادلة النووية للانحلال، مع العلم ان الكتل الذرية لكل من:

$$ {}^{226}_{88}Ra = 226.025406\ u $$
$$ {}^{222}_{86}Rn = 222.017574\ u $$
$$ {}^{4}_{2}He = 4.002603u $$

$$ {}^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He $$

$$ Q_\alpha = [M_P - M_d - M_\alpha]c^2 = [226.025406 - 222.017574 - 4.002603] \times 931 $$

$$ Q_\alpha = 5.229 \times 10^{-3} \times 931 = 4.868 $$
$$ Q_\alpha = 4.868\ MeV $$

بما ان قيمة (Q_α) هي قيمة موجبة أي ان $(Q_\alpha > 0)$
اذن تحقق شرط الانحلال التلقائي

س5/ في التفاعل النووي الآتي:

$$ {}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}He $$

جد قيمة طاقة التفاعل النووي بوحدة (MeV)، ثم بين نوعية التفاعل. مع العلم ان الكتل الذرية لكل من:

$$ {}^{14}_{7}N = 14.003074u \quad , \quad {}^{4}_{2}He = 4.002603\ u $$
$$ {}^{17}_{8}O = 16.999132\ u \quad , \quad {}^{1}_{1}He = 1.007825u $$

a	+	X	→	Y	+	b
(الجسيم المقذوف او الساقط)		(نواة الهدف)		(النواة الناتجة)		(الجسيم الناتج)

$$ {}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H $$

a. $Q = [M_a + M_X - M_Y - M_b]c^2$
$Q = (4.002603 + 14.003074 - 16.999132 - 1.007825) \times 931$
$Q = -0.001280 \times 931$
$Q = -1.192\ MeV$

بما ان قيمة (Q) هي قيمة سالبة أي ان $(Q < 0)$
اذن التفاعل من النوع الماص للطاقة

س6/ اكمل التفاعل النووي الآتي:

1) ${}^{41}_{20}Ca + {}_{-1}^{0}e \longrightarrow {}^{41}_{19}K + \ \ ?$ **(2015 د3)**

2) ${}^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + ?$ **(2015 د2)**

أعداد الاستاذ: علي جعفر هادي
ماجستير فيزياء
07700735728

قوانين الفصل العاشر

Z العدد الذري (عدد البروتونات). A العدد الكتلي (مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في النواة)	${}^{A}_{Z}X$
N العدد النيوتروني (يمثل عدد النيوترونات في النواة) يرمز للنيوترون بالرمز (${}^{1}_{0}n$).	$A = Z + N$
كتلة النواة التقريبية m' ، حيث ان u هي وحدة الكتل الذرية. $1amu = 1u = 1.66 \times 10^{-27} kg$	$m' = A \times u$
تكافؤ الكتلة والطاقة $c^2 = 931 \frac{MeV}{u}$ $MeV = 10^6 eV = 1.6 \times 10^{-13} J$	$E = mc^2$
شحنة النواة (q) حيث $(+e)$ هي شحنة البروتون $(1.6 \times 10^{-19} c)$	$q = Z\,e$
نصف القطر (R) r_o : ثابت نصف القطر $(1.2 \times 10^{-15} m)$. A : العدد الكتلي. (m) بوحدة المتر (F) وحدة الفيمتومتر اوالفيرمي	$R = r_o A^{\frac{1}{3}}$ $R = 1.2 \times 10^{-15} A^{\frac{1}{3}} \ (m)$ $R = 1.2 A^{\frac{1}{3}} \ (F)$
حجم النواة (V)	$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r_o{}^3 A$
كثافة النواة التقريبية (ρ)	$\rho = \frac{m'}{V}$
النقص الكتلي (Δm) M_H : كتلة ذرة الهيدروجين، M_n : كتلة النيوترون. M : كتلة الذرة المعينة	$\Delta m = ZM_H + NM_n - M$
طاقة الربط النووية (E_b)	$E_b = \Delta mc^2 = (ZM_H + NM_n - M)c^2$
معدل (متوسط) طاقة الربط النووية لكل نيوكليون $(\acute{E}_b)$	$\acute{E}_b = \frac{E_b}{A}$
طاقة الانحلال جسيمة الفا (Q_α) كتلة النواة الام هي (M_P) ، وكتلة النواة الوليدة هي (M_d) كتلة جسيمة الفا هي (M_α)،	$Q_\alpha = [M_P - M_d - M_\alpha]c^2$
طاقة التفاعل النووي (Q) $a + X \rightarrow Y + b$ (الجسيم المقذوف او الساقط) (نواة الهدف) (النواة الناتجة) (الجسيم الناتج)	$Q = [(M_a + M_X) - (M_Y + M_b)]c^2$
لحساب عدد النوى	عدد النوى = الطاقة الكلية المحررة / الطاقة التي تحررها نواة واحدة

أسئلة الفصل العاشر

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارت التالية :

1- (ت 2014) (د2 2015) نصف قطر النواة (R) يتغير تغيرا :

(a)طرديا مع $A^{\frac{1}{3}}$ (b)عكسيا مع $A^{\frac{1}{3}}$ (c) طرديا مع (A^3) (d) عكسيا مع مع (A^3)

الجواب: (a)طرديا مع $A^{\frac{1}{3}}$

2- (ت 2015) يكون قيم معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون :

(a) اكبر لنوى العناصر الخفيفة. (b) اكبر لنوى العناصر الثقيلة.

(c) متساوية لجميع نوى العناصر. (d) اكبر لنوى العناصر المتوسطة.

الجواب: (d) اكبر لنوى العناصر المتوسطة.

3- (د1خا 2013) (د2خ 2014) كل مما يلى من خصائص القوة النووية ما عدا انها:

(a) تربط وتمسك بنيوكليونات النواة. (b) لاتعتمد على الشحنة.

(c) ذات مدى طويل جدا. (d) الاقوى في الطبيعة.

الجواب: (c) ذات مدى طويل جدا.

4- (د2 2013) إذا افترضنا ان طاقة الربط النووية لنواة النيون ($^{20}_{10}Ne$) تساوي (161MeV). فإن معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة النيون بوحدات (MeV) يساوي: :

(a) 8.05 (b) 16.1 (c) 3220 (d) 1610

الجواب: (a) 8.05

5- (د2خ 2015) تتحل نواة نظير البولونيوم ($^{218}_{84}Po$) تلقائيا الى نواة نظير الرصاص ($^{214}_{82}Po$) بوساطة انحلال :

(a) كاما. (b) بيتا السالبة.

(c) بيتا الموجبة. (d) الفا.

الجواب: (d) الفا

6- (د1 2013) (د1خا 2015) عندما تعانى نواة تلقائيا انحلال بيتا الموجبة فان عددها الذري:

(a) يزداد بمقدار واحد. (b) يقل بمقدار واحد. (c) يقل بمقدار اربعة. (d) لا يتغير.

الجواب: (b) يقل بمقدار واحد.

7- (د2ت 2013) (د1خا 2014) في التفاعل النووي التالي:

$$^{4}_{2}He + ^{9}_{4}Be \longrightarrow ^{A}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

تكون قيمة (A) هي:

13 (a) 12 (b) 5 (c) 6 (d)

الجواب: 12 (b)

8- (ت 2013) (د1خا 2014) في الفيزياء النووية تسمى عملية اندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين بالكتلة) لتكوين نواة اثقل:

(a) انشطار نووي (b) عملية الأسر الالكتروني (c) انحلال بيتا الموجبة (d) أندماج نووي

الجواب: (d) أندماج نووي

9- من مصادر الاشعاع النووي الخلفي الطبيعي هي:

(a) الغبار المتساقط من اختبارات الاسلحة النووية. (b) الاشعة الكونية.

(c) الاشعاعات النووية المنتجة من المفاعلات النووية. (d) ولا واحدة منها

الجواب: (b) الاشعة الكونية.

10- (د2 2014) (ت 2016) تتم عملية الانشطار النووي لنواة اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) بأستعمال:

(a) بروتون ذو طاقة صغيرة. (b) جسيمة الفا ذات طاقة صغيرة.

(c) نيوترون بطيء. (d) ولا واحدة منها.

الجواب: (c) نيوترون بطيء.

س2 **ما المقصود بكل مما يأتي:**

البوزترون، الانشطار النووي، طاقة الربط النووية، التفاعل النووي المتسلسل، الاندماج النووي، المفاعل النووي

الجواب:

البوزترون : هو جسيم يمتلك جميع صفات الألكترون إلا ان شحنته موجبة ، كما يطلق عليه أيضا مضاد الإلكترون.

(د2ت 2013) **الانشطار النووي : هو تفاعل نووي يتم فيه إنقسام نواة ثقيلة (مثل نواة اليورانيوم $^{235}_{92}\mathrm{U}$) الى نواتين متوسطتين بالكتلة وذلك بوساطة قذف هذه النواة الثقيلة بوساطة نيوترون بطيء.**

(د1خا 2015) (د3 2015) **طاقة الربط النووية : هي الطاقة المتحررة عند جمع أعداد مناسبة من البروتونات أو النيوترونات لتشكيل نواة معينة (او هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة الى مكوناتها من البروتونات والنيوترونات).**

(ت 2015) (د1ن 2015) **التفاعل النووي المتسلسل : هو التفاعل الذي يجعل عملية إنشطار نوى اليورانيوم ($^{235}_{92}\mathrm{U}$) وغيرها من النوى القابلة للإنشطار أن تستمر.**

(د2 2013) **الإندماج النووي : هو تفاعل نووي يتم فيه إندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين بالكتلة) لتكوين نواة أثقل.**

المفاعل النووي : مجموعة من المنظومات التي تسيطر على التفاعل النووي الانشطاري المتسلسل للوقود النووي (مثل اليورانيوم $^{235}_{92}\mathrm{U}$ او البلوتونيوم $^{239}_{94}\mathrm{Pu}$) والطاقة الناتجة منه.

س3 **ما الجسيم الذي:**

(a) **عدده الكتلي يساوي واحد وعدده الذري يساوي صفر.** (ت 2014) (د3 2014)

(b) **يطلق عليه مضاد الالكترون.**

(c) **يرافق الالكترون في انحلال بيتا السالبة التلقائي.** (د1 2014)

(d) **يرافق البوزترون في انحلال بيتا الموجبة التلقائي.** (ت 2014)

الجواب:

(a) **النيوترون** ($^{1}_{0}n$)

(b) **البوزترون**

(c) **مضاد النيوترينو** ($^{0}_{0}\bar{v}$) او ($\bar{v}$)

(d) **النيوترينو** ($^{0}_{0}v$) او (v)

س4 (د1خا 2013) **ماهو الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بوساطة انحلال الفا؟**

الجواب: الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بوساطة إنحلال الفا هو ان تكون قيمة طاقة الانحلال (Q_α) موجبة، اي إن ($Q_\alpha > 0$).

س5 **علل ماياتي:**

(1) (د1خا 2014) (د1خا 2015) (د3م 2015) **تنبعث أشعة كاما تلقائيا من نوى بعض العناصر المشعة؟**

الجواب: غالبا ما تترك بعض النوى في حالة إثارة أي لديها طاقة فائضة وذلك بعد معاناتها إنحلال الفا أو إنحلال بيتا حيث يمكن لمثل هذه النوى أن تتخلص من الطاقة الفائضة بانحلال كاما التلقائي والوصول الى حالة أكثر إستقرارا وذلك بأنبعاث أشعة كاما.

(2) (د1 2014) (د3 2014) **تعد النيوترونات قذائف مهمة في التفاعلات النووية؟**

الجواب: وذلك لأن شحنة النيوترون تساوي صفرا وهو بذلك يستطيع أن يدخل الى النواة بسهولة جدا (أكثر بكثير من جسيمات ألفا أو البروتونات مثلا) وذلك لعدم وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية بينه وبين النواة.

س6 (د2 2013) **ما الطرائق التي تنحل بها بعض النوى تلقائيا بانحلال بيتا؟**

الجواب :

(1) انبعاث جسيمة بيتا السالبة (الالكترون).
(2) أنبعاث جسيمة بيتا الموجبة (البوزترون).
(3) عملية الاسر الالكتروني .

س7 **بما أن النواة أساسا لا تحتوي على الالكترونات فكيف يمكن للنواة أن تبعث ألكترونا ؟ وضح ذلك؟**

الجواب: عندما تبعث النواة الإلكترون فهو نتاج إنحلال أحد نيوترونات النواة الى بروتون وألكترون مضاد النيوترينو ويعبر عن هذا الانحلال بالمعادلة النووية التالية :

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + \beta^{-} + {}^{0}_{0}\overline{\upsilon} \quad , \quad ({}^{0}_{-1}e = \beta^{-})$$

ويحدث هذا الانحلال بسبب أن نسبة عدد نيوترونات الى عدد بروتونات النواة هي أكبر من النسبة اللازمة لاستقرارها.

س8 (د1خا 2014) **ما قوانين الحفظ التي يجب ان تتحقق في التفاعلات النووية؟**

الجواب:

(1) **قانون حفظ (الطاقة – الكتلة).**
(2) **قانون حفظ الزخم الخطي.**
(3) **قانون حفظ الزخم الزاوي.**
(4) **قانون حفظ الشحنة الكهربائية (او قانون حفظ العدد الذري).**
(5) **قانون حفظ عدد النيوكليونات (او قانون حفظ العدد الكتلي).**

س9 **اكمل المعادلات النووية الآتية:**

(1) $^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{9}_{4}\mathrm{Be} \longrightarrow ^{7}_{3}\mathrm{Li} + ?$ (د3 2015) (د2خ 2014)

(2) $^{12}_{6}\mathrm{C}^{*} \longrightarrow ^{12}_{6}\mathrm{C} + \ ?$ (د2 2015)

(3) $^{56}_{27}\mathrm{Co} \longrightarrow ^{56}_{26}\mathrm{Fe} + \ ? \ + \nu$

(4) $^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow \ ? + ? + ?$

الجواب:

(1) $^{2}_{1}\mathrm{H} + ^{9}_{4}\mathrm{Be} \longrightarrow ^{7}_{3}\mathrm{Li} + ^{4}_{2}\mathrm{H}$

(2) $^{12}_{6}\mathrm{C}^{*} \longrightarrow ^{12}_{6}\mathrm{C} + ^{0}_{0}\gamma$

(3) $^{56}_{27}\mathrm{Co} \longrightarrow ^{56}_{26}\mathrm{Fe} + ^{0}_{+1}e + \nu$

(4) $^{1}_{0}\mathrm{n} \longrightarrow ^{1}_{1}\mathrm{p} + \beta^{-} + ^{0}_{0}\overline{\nu}$

س10 (د1 2014) **من اين تأتي الطاقة الهائلة من عملية الانشطار النووي؟**

الجواب : تأتي هذه الطاقة من حقيقة كون أن مجموع الكتل الناتجة هي أقل من مجموع الكتل المتفاعلة إذ تتحول الكتلة المفقودة الى كتلة هائلة وفق علاقة اينشتاين في تكافؤ (الكتلة – الطاقة) .

س11 (ت 2013) (د2خ 2014) **ماذا يحصل إذا لم يسيطر على التفاعل النووي المتسلسل؟**

الجواب: أن ذلك سوف يؤدي الى إنفجار عنيف مدمر مع إنبعاث كمية هائلة من الطاقة. وقد صنعت القنبلة النووية (شائعا الذرية) والتي غالبا ما تدعى أيضا بالقنبلة الانشطارية بناءا على هذه الحالة .

س12 **نواة اليورانيوم ($^{238}_{92}U$) انحلت بوساطة انحلال الفا التلقائي . فتحولت الى نواة الثوريوم (Th) ثم انحلت نواة الثوريوم بوساطة انحلال بيتا السالبة التلقائي وتحولت الى نواة (X) . ثم انحلت نواة (X) بوساطة انحلال بيتا السالبة التلقائي وتحولت الى نواة (X') .**

(1) اكتب المعادلات النووية الثلاث لهذه الانحلالات النووية بالتسلسل .

(2) حدد اسم النواة (X')؟

الجواب :

(1)

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

$$^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{v}$$

$$^{234}_{91}X \longrightarrow {}^{234}_{92}X' + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{v}$$

(2) بما أن للنواة $^{234}_{92}X'$ العدد الذري (92) وهو نفس العدد الذري لنواة اليورانيوم ($^{238}_{92}U$)،

نستنتج ان النواة ($^{234}_{92}X'$) هي نظير لنواة اليورانيوم ($^{238}_{92}U$) اي ان:

$$^{234}_{92}X' = {}^{234}_{92}U$$

اذن اسم النواة X' هي نواة اليورانيوم $^{234}_{92}U$

س13 **ما العمليات والتفاعلات النووية الرئيسة لانتاج الطاقة الهائلة في الشمس؟**

الجواب: تعد سلسلة عمليات او تفاعلات اندماج نوى ذرات الهيدروجين الاعتيادي (البروتونات) لتوليد نواة ذرة الهيليوم ($^{4}_{2}He$) هي العمليات الرئيسية التي تحدث في باطن الشمس (حيث درجة الحرارة هي حوالي 1.5×10^{7} K) وذلك ضمن سلسلة او دورة تسمى دورة (بروتون – بروتون).

س14 **ماذا نعني بقولنا (غالبا ما يطلق على التفاعل النووي الاندماجي المسيطر عليه بمصدر الطاقة الذي قد لاينضب)؟**

الجواب : لأن مصدر الوقود النووي المستعمل (الهيدروجين) هو متاح وميسر وهو الماء المتوفر بكثرة في الكرة الأرضية.

س15 (د2ت 2013) **ما العائق الرئيس للحصول على طاقة مفيدة من الاندماج النووي؟**

الجواب: هو وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية الكبيرة بين البروتونات والنوى المتفاعلة عندما تكون المسافة بينهم قصيرة.

س16 (د1 2013) (ت 2015) **ما تاثير ومخاطر الاشعاع النووي على جسم الانسان؟ وضح ذلك.؟**

الجواب : تعتمد درجة ونوع الضرر الذي يسببه الإشعاع النووي على عدة عوامل منها نوع الإشعاع (كأشعة كاما أو جسيمات ألفا ... ألخ) ، وطاقة هذا الإشعاع والعضو المعرض لهذا الإشعاع (كبد أو عظم أوعين ... ألخ) ، إذ يفتح التلف الإشعاعي في جسم الانسان في المقام الأول من تأثير التأين في خلايا الجسم المختلفة. ويؤدي الضرر في خلايا الجسم الاعتيادية الى تأثيرات مبكرة مثل إلتهاب الجلد أو تأثيرات متأخرة مثل مرض السرطان (تأثيرات جسدية) .

أما الأضرار التي تحدث في الخلايا التناسلية فيمكن أن تؤدي الى حدوث ولادات مشوهة ويمكن أن ينتقل الضرر الى الأجيال اللاحقة (تأثيرات وراثية) .

س17 **ما الاجراء الاحترازي اللازم اتخاذه لكي نقي انفسنا من مخاطر الأشعاع النووي الخارجي الذي قد يمكن ان نتعرض له اضطراريا ؟ وضح ذلك.**

الجواب: وجوب تجنب التعرض للإشعاعات النووية أساسا وفي حالة التعرض لمثل هذه الإشعاعات إضطراريا يجب علينا:

(1) **تقليل زمن التعرض للاشعاع النووي الى اقل مايمكن.**

(2) **الابتعاد عن مصدر الاشعاع النووي اكثر مايمكن.**

(3) **استعمال الحواجز الواقية والملائمة (درع) بين الانسان ومصدر الاشعاع النووي (استعمال مادة الرصاص مثلا).**

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728

مسائل الفصل العاشر

استفد:

كتلة ذرة الهيدروجين $(^{1}_{1}H) = 1.007825(u)$

كتلة ذرة الهيليوم $(^{4}_{2}He) = 4.002603(u)$

كتلة النيوترون $= 1.008665(u)$

$1u = 1.66\times10^{-27}\,(kg)\ ,\ h = 6.63\times10^{-34}\,(J.s)$

$c = 3\times10^{8}\,(m/s)\ ,\ e = 1.6\times10^{-19}\,(C)$

$1eV = 1.6\times10^{-19}\,(J)$

س1 **وضع وقود نووي داخل مفاعل نووي، وبعد حدوث التفاعل النووي كان النقص في كتلته الذي تحول الى طاقة نووية يساوي** $(0.25g)$ **. جد مقدار الطاقة النووية الناتجة مقدرة بوحدة** (MeV) **.**

الحل

$$E = \Delta mc^2 = 0.25\times10^{-3}\times(3\times10^{8})^2 = 0.25\times10^{-3}\times9\times10^{16} = 2.25\times10^{13}J$$

$$E = \frac{2.25\times10^{13}}{1.6\times10^{-13}} = 1.406\times10^{26}MeV$$

س2 (د3م 2015) **للنواة** $(^{4}_{2}He)$ **جد:**

(a) **مقدار شحنة النواة.**

(b) **نصف قطرالنواة مقدرا بوحدة** (m) **أولا، وبوحدة** (F) **.**

(c) **حجم النواة مقدرا بوحدة** (m^3) **مع العلم بان** $(\sqrt[3]{7} = 1.913)$ **.**

الحل

$Z = 26\ ,\ A = 56$

a) $q = Ze = 26\times1.6\times10^{-19} = 41.6\times10^{-19}C$

b)

1- $R = r_o\sqrt[3]{A} = 1.2\times10^{-15}\sqrt[3]{56} = 1.2\times10^{-15}\times\sqrt[3]{8\times7} = 1.2\times10^{-15}\times2\times\sqrt[3]{7}$

$R = 2.4\times10^{-15}\times1.913 = 4.59\times10^{-15}\,m$

2- $R = \frac{4.59\times10^{-15}}{10^{-15}} = 4.59F$

c) $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi(4.59\times10^{-15})^3 = \frac{4}{3}\times3.14\times96.7\times10^{-45} = 404.85\ m^3$

س3 (د1 2015) إذا علمت ان نصف قطر نواة البولونيوم $({}^{216}_{84}Po)$ يساوي ضعف نصف قطر نواة مجهولة (X) . جد العدد الكتلي للنواة المجهولة؟

الحل

$$R_{Po} = 2R_x \Rightarrow \; r_o\sqrt[3]{A_{Po}} = 2r_o\sqrt[3]{A_X} \Rightarrow \; A_{Po} = 8A_x \;\; \Rightarrow \;\; 216 = 8A_X$$

$$\therefore A_X = \frac{216}{8} = 27$$

س4 جدطاقة الربط النووية لنواة $({}^{4}_{2}He)$ مقدرة بوحدة (MeV) اولا، وبوحدة (J) ثانيا . اذا علمت ان كتلة ذرة $({}^{126}_{52}Te)$ تساوي $(125.903322u)$.

الحل

$$Z = 52\,,\;\; A = 126\,, N = A - Z = 126 - 52 = 74$$

1- $E_b = (ZM_H + Nm_n - M)c^2$

$E_b = (52 \times 1.007825 + 74 \times 1.008665 - 125.903322) \times 931$

$E_b = (52.4069 + 74.6411 - 125.903322) \times 931 = 1.144788 \times 931$

$E_b = 1065.798MeV$

2- $E_b = 1065.798 \times 1.6 \times 10^{-13} = 1705.277 \times 10^{-13}\,J$

س5 (د2 2014) للنواة $({}^{12}_{6}C)$ جد:

(a) النقص الكتلي مقدرا بوحدة (u).

(b) طاقة الربط النووية مقدرة بوحدة (MeV).

(c) معدل طاقة الربط النووية لذكل نيوكليون مقدرة بوحدة (MeV).

مع العلم ان كتلة ذرة $({}^{12}_{6}C)$ تساوي $(12u)$.

الحل

$$Z = 6\,,\;\; A = 12\,, N = A - Z = 12 - 6 = 6$$

a- $\Delta m = ZM_H + Nm_n - M = 6 \times 1.007825 + 6 \times 1.008665 - 12$

$\Delta m = 6.04695 + 6.5199 - 12 = 0.09894\,u$

b- $E_b = \Delta mc^2 = 0.09894 \times 931 = 92.113MeV$

c- $E'_b = \frac{E_b}{A} = \frac{92.113}{12} = 7.676\,MeV$

س6 اي من النواتين الآتيتين تمتلك طاقة ربط نووية اكبر من الاخرى، نواة $({}_{1}^{3}He)$ ام نواة $({}_{2}^{3}He)$ ؟ جد الجواب بوحدة (MeV) . مع العلم ان الكتل الذرية لكل من:

$({}_{1}^{3}He = 3.016050u)$, $({}_{2}^{3}He = 3.016030u)$.

الحل

${}_{1}^{3}H$

$Z = 1\,,\ A = 3\,, N = A - Z = 3 - 1 = 2$

$E_b = (ZM_H + Nm_n - M)c^2 = (1 \times 1.007825 + 2 \times 1.008665 - 3.016050) \times 931$

$E_b = (1.007825 + 2.01733 - 3.016050) \times 93 = (3.025155 - 3.016050) \times 931$

$E_b = 0.009105 \times 931 = 8.477MeV$

${}_{2}^{3}H$

$Z = 2\,,\ A = 3\,, N = A - Z = 3 - 2 = 1$

$E_b = (ZM_H + Nm_n - M)c^2 = (2 \times 1.007825 + 1 \times 1.008665 - 3.016050) \times 931$

$E_b = (2.015650 + 1.008665 - 3.016050) \times 931 = (3.024315 - 3.016050) \times 931$

$E_b = 0.008285 \times 931 = 7.713MeV$

س7 برهن على ان نواة البلوتونيوم $({}_{94}^{236}Pu)$ تحقق شرط الانحلال التلقائي الى نواة اليورانيوم $({}_{92}^{232}U)$ بوساطة انحلال الفا. اكتب ايضا المعادلة النووية للانحلال. مع العلم ان الكتل الذرية لكل من:

$({}_{94}^{236}Pu = 236.046071u)$, $({}_{92}^{232}U = 232.037168u)$.

الحل

${}_{94}^{236}Pu \longrightarrow {}_{92}^{232}U + {}_{2}^{4}He$

$Q_\alpha = [M_P - M_d - M_\alpha]c^2 = [236.046071 - 232.037168 - 4.002603] \times 931$

$Q_\alpha = (4.008903 - 4.002603) \times 931 = 0.0063 \times 931$

$Q_\alpha = 5.865\ MeV$

بما ان قيمة (Q_α) هي قيمة موجبة أي ان $(Q_\alpha > 0)$
اذن تحقق شرط الانحلال التلقائي

س8

ما مقدار تغير كتلة نواة ساكنة ابتدائيأ عندما تطلق تلك النواة اشعة كاما طاقتها (2MeV)؟ جد الجواب مقدرا بوحدة (u) اولا، وبوحدة (Kg) ثانيا . ما الطول الموجي لهذه الاشعة مقدرا بوحدة (m) ؟ اهمل ارتداد النواة .

الحل

1- $E = \Delta mc^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{2}{931} = 0.002148u$

2- $\Delta m = 0.002148 \times 1.66 \times 10^{-27} = 0.0035656 \times 10^{-27} kg$

$E = 2MeV = 2 \times 1.6 \times 10^{-13} = 3.2 \times 10^{-13} J$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \Rightarrow \quad \lambda = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3.2\times10^{-13}} = \frac{19.89\times10^{-26}}{3.2\times10^{-13}} = 6.216 \times 10^{-13} m$$

س9

حدث تفاعل نووي بين جسيم ساقط ونواة البريليوم ($^{9}_{4}Be$) الساكنة ونتج عن هذا التفاعل جسيم النيوترون ونواة الكاربون ($^{12}_{6}C$)

(a) **عبر عن هذا التفاعل بمعادلة تفاعل نووي ومنها حدد اسم الجسيم الساقط .**

(b) **جد طاقة التفاعل النووي مقدرة بوحدة (MeV) ؟**

(c) **ما نوع هذا التفاعل النووي ؟**

مع العلم ان الكتل الذرية لكل من: $(^{12}_{6}C = 12u)$, $(^{9}_{4}Be = 9.012186u)$.

الحل

a. $^{A}_{Z}a + {}^{9}_{4}Be \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$

$Z + 4 = 6 \rightarrow Z = 2$, $A + 9 = 13 \rightarrow A = 4$

الجسيم هو الهليوم ($^{4}_{2}He$)

$$^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

b. $Q = [M_a + M_X - M_Y - M_b]c^2$

$Q = (4.002603 + 9.012186 - 12 - 1.0086665) \times 931$

$Q = (13.014789 - 13.008665) \times 931 = 0.006124 \times 931$

$Q = 5.701 MeV$

c. **بما ان Q موجب لذلك فالتفاعل هو من نوع المحرر للطاقة.**

س10 حدث تفاعل نووي بين بروتون ساقط ونواة السماريوم $({}^{9}_{4}Be)$ الساكنة ونتج عن هذا التفاعل جسيمة الفا ونواة البروميثيوم $({}^{9}_{4}Be)$. فإذاعلمت ان طاقة التفاعل النووي تساوي $(6.88\ MeV)$ وان كتلة ذرة السماريوم تساوي $(149.917276\ u)$. عبر عن هذا التفاعل بمعادلة تفاعل نووي، ثم جد كتلة ذرة البروميثيوم مقدرة بوحدة (u) .

الحل

$${}^{1}_{1}H + {}^{150}_{62}Sm \longrightarrow {}^{147}_{61}Pm + {}^{4}_{2}He$$

$$Q = [M_a + M_X - M_Y - M_b]c^2 \;\rightarrow\; \frac{Q}{c^2} = M_a + M_X - M_Y - M_b$$

$$\frac{6.88}{931} = 1.007825 + 149.917276 - M_Y - 4.002603$$

$$0.00739 = 150.925101 - M_Y - 4.002603 \rightarrow 0.00739 = 146.922493 - M_Y$$

$$\therefore M_Y = 146.922498 - 0.00739 = 146.915108u$$

س11 (د2 2015) إذا افترضنا بانه طاقة مقدارها $(200MeV)$ تحرر عند انشطار نواة واحدة من اليورانيوم $({}^{235}_{92}U)$. جد عدد نوى اليورانيوم اللازمة لتحرير طاقة مقدارها $(3.2 \times 10^{12} J)$.

الحل

$$\text{عدد النوى} = \frac{\text{الطاقة الكلية المحررة}}{\text{الطاقة التي تحررها نواة واحدة}}$$

$$\text{عدد النوى} = \frac{3.2 \times 10^{12}}{200 \times 1.6 \times 10^{-13}} = \frac{3.2 \times 10^{12}}{3.2 \times 10^{-11}} = 10^{23}\ \text{nucleon}$$

أعداد
الأستاذ علي جعفر هادي
ماجستير علوم فيزياء تطبيقية
07700735728